COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Note relative aux pertes du haut Doubs et au moyen de les réduire;* par M. H. RESAL.

« Le Doubs prend sa source à quelques centaines de mètres à l'est de Mouthe, au pied occidental (altitude, 930 mètres) du Noirmont, qui sépare la France du canton de Vaud, et reçoit presque immédiatement le ruisseau du Bief, qui part de Chatel-Blanc. Il parcourt ensuite, en se dirigeant vers le nord-est, des pâturages jusqu'aux Longevilles, d'où, après avoir reçu le Rouge-Bief, dont le débit est à peu près égal au sien, il se rend vers l'ouest dans une gorge portlandienne. Dans cette gorge il forme une succession de chutes dont l'une a été utilisée pour faire mouvoir une scierie forestière.

» Après avoir reçu les eaux du petit lac de Remoray, il vient verser les siennes dans le lac de Saint-Point (7 kilomètres de longueur sur 700 mètres de largeur moyenne).

» Le Doubs, en sortant du lac de Saint-Point, se dirige vers le nord-ouest jusqu'au pied méridional du fort de Joux, où il reçoit le ruisseau de la Morte, dont la majeure partie du débit est fournie par la source intermittente (vallée néocomienne de Jougne) appelée *Fontaine ronde*. C'est à partir de ce point, situé à 4 kilomètres au sud de Pontarlier, que son

débit moyen devient assez important pour être utilisé sérieusement comme force motrice. Arrivé à Pontarlier, il reçoit le torrent de Lavaux, puis, à 5 kilomètres de là, la rivière du Drujon, dont le débit, pendant l'été, est presque aussi important que le sien au point de jonction. De là, après un parcours de 30 kilomètres environ, en recevant plusieurs affluents, notamment celui de la Grand'Combe, il va former les magnifiques bassins (à 1500 mètres au nord de Villers-le-Lac) constituant ce qu'on appelle le *Lac de Chaillexon;* il en sort en donnant lieu à la cascade du Saut du Doubs (27 mètres de hauteur).

» La portion de la rivière située en amont du Saut du Doubs est ce que l'on appelle le *haut Doubs,* dont j'ai uniquement à m'occuper dans cette Note, en prenant pour point de départ le fort de Joux.

» De ce point au lac de Chaillexon il descend d'une hauteur de 100 mètres environ, ce qui, avec un débit moyen de 4 mètres, d'après l'estimation des ingénieurs des Ponts et Chaussées, donnerait une force brute supérieure à 5000 chevaux, force dont on n'utilise qu'une très-faible partie, et en voici les motifs :

» Entre le fort de Joux et Pontarlier, l'embouchure du Drujon et Maisons-du-Bois, le lit du Doubs est semé de crevasses qui forment puits jaillissants dans les crues, qui jouent un rôle à peu près nul pendant les eaux moyennes, et qui, lors des sécheresses, absorbent une portion considérable du débit, et même la totalité, dans la région de Maisons-du-Bois, pendant plusieurs semaines. A la scierie d'amont de Pontarlier, une turbine est placée sur l'une de ces fissures; il en est de même de la scierie d'aval, au point de jonction du Doubs et du ruisseau de Lavaux. Au-dessous du barrage de Pontarlier, il existe deux grandes fissures très-apparentes.

» Le Drujon, sur 2 kilomètres en remontant à partir de son embouchure, présente une cinquantaine de crevasses.

» Les fissures dont il s'agit paraissent s'agrandir tous les jours, sans qu'on puisse constater une amélioration sensible dans le régime des sources et des cours d'eau du département autres que le Doubs. Ainsi, d'après le dire des personnes de soixante-dix à quatre-vingts ans, le débit du Doubs en basses eaux aurait considérablement diminué, en aval de Pontarlier, depuis une cinquantaine d'années.

» On comprend quelles pertes, par suite des chômages, crée cette situation aux usines établies sur le haut Doubs, et le peu de tendance des industriels à en construire de nouvelles, malgré la situation avantageuse du pays.

» Les effets des pertes du haut Doubs se font ressentir jusqu'à Saint-Hippolyte et Pont-de-Roide.

» Pénétrés de l'importance qu'il y avait à faire cesser cet état de choses, M. L. Girod, ingénieur civil à Pontarlier, et moi, avons étudié la question en 1868, et nous sommes arrivés à la solution suivante :

» Entourer les crevasses de maçonneries protégées par des blocages, constituant de véritables margelles arasées un peu au-dessus du niveau des eaux moyennes.

» Par cette disposition, les crevasses pourraient, à leur gré, faire puits jaillissants, mais n'auraient plus la faculté de devenir puits absorbants.

» Nous avons converti à nos idées plusieurs industriels qui se sont décidés à tenter quelques essais; nous leur avons promis notre concours désintéressé, M. Girod et moi. Par suite de circonstances indépendantes de ma volonté, mon collaborateur a eu seul à supporter toute la charge.

» Avec une dépense de 2000 francs, quinze fissures ont été l'objet de travaux préservatifs, un peu en amont de Maisons-du-Bois (10 kilomètres au delà de Pontarlier), dont les usines ont fonctionné, en 1870, trois semaines de plus qu'auparavant.

» Le 9 août 1873, ces usines étaient encore en activité. De mémoire d'homme, on n'avait vu à Pontarlier une sécheresse pareille à celle de 1874. Parmi les puits de cette ville, ceux des Augustins, réputés intarissables, ont été littéralement à sec pendant les grandes chaleurs, et cependant, aux environs de Maisons-du-Bois, les eaux du Doubs, contrairement à ce qui avait lieu précédemment, n'ont cessé de couler dans leur lit.

» Il me semble que, par ces faits, le système est jugé. Une dépense de 6000 à 8000 francs serait suffisante pour compléter le travail, c'est-à-dire pour supprimer les dix-neuf vingtièmes des pertes du haut Doubs, dépense bien inférieure au total des sommes perdues annuellement par les industriels, lorsque la rivière devient insuffisante pour alimenter les récepteurs hydrauliques.

» Je ne doute pas que l'administration départementale ne s'impose ce faible sacrifice pour faire cesser un état de choses si préjudiciable à de si nombreux intérêts. »

PHYSIQUE. — *Sur l'effet produit par l'application des armatures à des aimants tout formés.* Note de M. **J. Jamin.**

« J'ai indiqué dans l'un de mes Mémoires (*Comptes rendus,* t. LXXVIII, p. 1331) le procédé qui me permet d'évaluer la totalité du magnétisme d'un aimant. Il consiste à diviser la surface de cet aimant en petits carrés élémentaires et à mesurer la force d'arrachement F d'un contact d'épreuve placé au milieu de chacun d'eux. Les racines carrées de F expriment le magnétisme de chaque élément, et leur somme est le magnétisme total. Je n'entrerai ici dans aucun détail sur les moyens d'abréger ce travail considérable et minutieux.

» J'emploie des aimants dont l'épaisseur et la largeur sont égales à 10 et à 50 millimètres; leur longueur varie. Les armatures ont la même largeur et la même épaisseur; elles sont ajustées aussi exactement que possible et appuyées par pression sur l'extrémité des aimants qu'elles prolongent.

» Je remarque d'abord que, si l'on place une seule armature à l'extrémité boréale d'un aimant, elle ne modifie en rien l'état magnétique de la portion australe restée nue. On en jugera par le tableau suivant, qui exprime les valeurs de $\sqrt{F}$, mesurées de centimètre en centimètre, à partir de la section moyenne, sur trois lignes menées parallèlement à l'axe à des distances de cet axe 0, 15 et 25 millimètres :

N° 1. — *Acier fondu trempé n°* **1**. *Partie australe nue, observée sur des parallèles à l'axe, à des distances de cet axe égales à*

Distance à la section moyenne.	0^{mm}		15^{mm}		25^{mm}	
	La partie boréale étant					
	nue.	armée.	nue.	armée.	nue.	armée.
0.....	0	0	0	0	0	0
2.....	0,6	0,7	1,0	»	1,0	0,9
4.....	1,2	1,4	1,4	1,5	2,1	2,0
6....	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,8
10.....	3,0	3,2	3,8	4,2	4,7	4,6
14.....	6,1	6,0	6,4	6,5	7,8	7,9
16.....	7,6	8,0	8,0	7,8	9,2	9,3
17.....	»	»	»	»	»	»
17,5..	9,3	9,4	9,8	9,5	10,3	10,3

» Si maintenant on considère l'effet que produit sur le côté austral une armature que l'on y applique, on reconnaît, comme il était facile de le prévoir, qu'elle prend du magnétisme, que l'acier en perd, mais que cette

nouvelle distribution n'est en rien modifiée si l'on met une armature ou qu'on l'enlève au côté opposé; de façon qu'il y a une indépendance absolue, eu égard à ces armatures, entre les deux moitiés de l'aimant.

N° 2. — *Même acier et son armature. Extrémité australe armée, observée sur des lignes menées à des distances de l'axe*

Distance à la section moyenne.	0mm		15mm		25mm	
	Quand la partie boréale est					
	nue.	armée.	nue.	armée.	nue.	armée.
0.....	0	0	0	0	0	0
5.....	»	»	»	»	»	»
6.....	»	»	0,8	0,9	1,1	1,1
8.....	1,1	0,9	1,3	1,3	1,9	2,0
10.....	2,0	2,2	2,2	2,3	2,6	2,8
12.....	»	»	»	»	»	»
14.....	2,6	2,6	3,0	3,0	3,7	3,4
16.....	2,6	2,6	2,7	2,8	3,5	3,6
17.....	»	»	2,7	2,7	»	»
17,5...	2,6	2,6	2,6	2,5	3,4	3,4
17,5...	2,6	2,6	2,5	2,4	3,0	3,2
18.....	2,4	2,2	2,2	1,8	2,6	2,4
20.....	2,3	2,5	2,6	3,3	3,4	3,5
24.....	2,0	1,8	3,0	2,8	3,6	3,8
28.....	2,8	3,0	2,8	2,8	3,6	3,8
32.....	2,8	3,0	2,8	2,9	3,7	3,9
34.....	3,2	3,0	3,6	3,4	3,9	3,9
35.....	3,8	3,7	3,9	3,7	5,0	5,1

» Cette indépendance des deux extrémités prouve un fait capital qui sera la base de tout ce qui va suivre : que l'application d'une armature à l'un des bouts d'un aimant y provoque une nouvelle distribution, mais ne diminue ni n'augmente la somme de magnétisme qui s'y trouvait d'abord.

» Je vais maintenant montrer, par un exemple, comment se fait la nouvelle distribution dans chaque section de l'acier perpendiculaire à son axe, à des distances de la ligne moyenne qui croissent de centimètre en centimètre; elles sont exprimées par la moyenne $y = \sqrt{F}$ des forces d'arrachement mesurées dans ces sections. On construit ensuite les courbes dont les ordonnées sont y; leur aire est la somme du magnétisme, soit dans l'acier, soit dans les armatures. Dans les deux premières colonnes du tableau suivant, on trouve les valeurs observées y : 1° dans l'aimant nu, de lon-

gueur égale à $17^c,5$; 2° dans ce même aimant prolongé par une armature de $17^c,5$ à $27^c,5$.

N° 3. — *Ordonnées moyennes* $(y = \sqrt{F})$.

Distance à la section moyenne.	Intensités observées.		Intensités réelles.	
	Acier nu.	Aimant armé.	Acier nu.	Aimant armé.
0..............	0,6	0	0	0
4..............	1,4	1,2	3,08	2,64
6..............	2,6	1,9	5,72	4,18
8..............	3,6	2,8	7,32	6,16
10..............	4,2	3,4	9,24	7,08
12..............	5,1	3,6	11,22	7,92
14..............	6,7	4,1	14,74	9,02
16..............	7,9	4,7	17,48	10,34
17..............	10,4	7,5	23,08	15,50
17,5............	11,3	5,8	24,86	12,76
17,5............	»	5,1	»	5,1
18,5............	»	5,3	»	5,3
20,5............	»	5,7	»	5,7
24,5............	»	5,9	»	5,9
26,5............	»	6,0	»	6,0
27,5............	»	6,9	»	6,9

Magnétisme total.

	Intensités observées.	Intensités réelles.
Acier nu...........	74,3	163,46
Acier armé.........	47,3	104,06
Perte	27,0	59,40
Gain de l'armature...	60,1	60,10
Rapport.............	0,449	

» Ceci montre que l'acier a perdu et l'armature gagné, et, puisque la somme a dû rester constante, il faut que la perte soit égale au gain. Or les deux premières colonnes du tableau précédent prouvent qu'il n'en est point ainsi : la perte totale est égale à 27,1, le gain à 60,1. Celle-là est beaucoup plus faible que celui-ci; leur rapport est 0,449. C'est un fait général qui se retrouve avec tous les aciers, avec toutes les armatures.

» Il aurait pu être prévu. En effet le contact d'épreuve placé sur un fer doux aimanté attire à lui non-seulement le magnétisme de la portion qu'il couvre, mais aussi celui des parties voisines, dans un rayon assez grand, à cause de la conductibilité du fer; il attire la quantité de magnétisme qui existe dans un élément d'étendue moyenne σ et dont l'intensité est i : la

valeur trouvée de $\sqrt{F}$ mesure donc σi. La même chose a lieu quand il s'agit de l'acier; mais, dans ce cas, la conductibilité est moindre, l'étendue de l'élément influencé est plus petite, soit σ', et $\sqrt{F}$ mesure $\sigma' i$. Les deux mesures ne sont donc pas comparables. Pour qu'elles le deviennent, il faut les ramener à des éléments égaux, c'est-à-dire multiplier celles du fer par le rapport $\alpha = \frac{\sigma'}{\sigma}$, qui est plus petit que l'unité. Dans l'exemple précédent, on trouvera la valeur de α, en se rappelant que la perte 27,0 de l'acier doit être égale au gain $\alpha \times 60,1$ du fer, et en posant

$$\alpha = \frac{27,0}{60,1} = 0,45.$$

Inversement, si l'on multiplie par $\frac{1}{\alpha}$ toutes les intensités observées sur l'acier, on les ramène au cas où elles mesureraient le magnétisme sur l'étendue d'un élément égal à celui du fer. Elles se trouvent alors multipliées par 2,2 et inscrites dans les deux dernières colonnes du tableau. On voit par là que l'acier a, en réalité, très-peu perdu et l'armature très-peu gagné.

» Si ces idées sont exactes, il faut que ce coefficient α soit invariable pour un même acier : c'est en effet ce que j'ai vérifié par un nombre considérable de mesures. J'en citerai quelques-unes.

» J'ai d'abord étudié un acier trempé n° 1, recuit au deuxième bleu, qui était aimanté et avait été oublié depuis six mois et que j'ai réaimanté ensuite dans une bobine de fils traversés par le courant de 5, 10 et 20 éléments de Bunsen.

N° 4.

Aimantation.	Aimant nu.	Aimant armé.	Perte.	Armature.	Rapport α.
Ancienne......	62,8	37,4	25,4	58,0	0,43
5 éléments	69,6	35,2	34,4	79,9	0,43
10 éléments....	73,3	37,8	35,5	84,6	0,52
20 éléments....	77,1	40,1	37,0	90,0	0,41

» J'ai replacé ce même acier qui était saturé dans la bobine magnétisante et je l'ai successivement désaimanté par 1, 2, 3, 5, 7, 10 éléments Bunsen, agissant dans un sens contraire à la première aimantation. Avec 3 éléments, l'acier était à l'état neutre; 4 éléments et au delà lui ont ensuite communiqué un magnétisme opposé. Dans tous les cas α a conservé sa valeur.

N° 5.

	Aimantation boréale.			Aimantation australe.			
	Acier saturé.	1 élément inverse.	2 éléments inverses.	4 éléments inverses.	5 élément inverses.	7 éléments inverses.	10 éléments inverses.
Acier nu..	77,1	61,6	19,2	36,9	53,7	69,7	75,7
» armé	40,1	32,1	6,5	25,8	36,4	47,1	49,0
Perte.....	37,0	29,5	12,7	11,1	16,3	22,6	26,7
Armature..	90,0	70,7	29,5	24,0	40,3	55,4	65,2
Rapport α.	0,41	0,42	0,43	0,46	0,41	0,40	0,41

» J'ai changé ensuite la grandeur des armatures. J'en ai employé quatre dont les longueurs étaient égales à 10, 17,5, ..., 35 centimètres; elles ont encore donné les mêmes valeurs de α.

N° 6.

	Acier nu.	Acier armé.	Perte.	Armature.	Rapport α.
Armature de 10 centimètres.	74,3	47,3	27,0	60,1	0,449
» de 17 centimètres.	74,1	44,7	29,4	71,9	0,409
» »	75,7	49,0	26,7	65,7	0,406
» »	74,3	42,7	31,6	69,3	0,411
Deux armatures de 17,5..	74,1	38,9	35,2	84,2	0,418
Une armature de 35......	74,3	35,3	39,0	93,6	0,417

» Enfin j'ai changé le mode d'opération. Ayant adapté une armature à un acier au wolfram qui avait 26 centimètres de longueur, mais d'un côté seulement, j'ai aimanté le tout par une puissante bobine. Dans ce cas, le magnétisme développé a été bien plus considérable et sa distribution toute différente; la ligne moyenne n'était plus au milieu de l'acier, elle s'était rapprochée de l'armature, et les deux magnétismes contraires se trouvaient: le boréal tout entier sur la partie nue de l'acier, l'austral étant distribué du côté armé, en partie sur l'acier, en partie sur l'armature. Comme ils doivent être égaux, la différence des deux magnétismes, pris sur l'acier des deux côtés, divisée par celui de l'armature, doit donner la même valeur de α que par la première méthode, ce qui se trouva, en effet (1).

N° 7.

1re *méthode.*		2e *méthode.*	
Acier nu........	72,2	Côté nu........	94,1
Acier armé......	33,4	Côté armé......	18,2
Perte.........	38,8	Différence....	75,9
Gain du fer......	86,6	Gain du fer......	162,5
Rapport......	0,434	Rapport......	0,427

(1) Il ne faudrait pas croire que le moment magnétique reste invariable après l'applica-

» Puisque la différence que nous venons de trouver entre le gain du fer et la perte de l'acier provient de la différence de conductibilité des deux métaux, le coefficient α dépendra de la nature de l'acier et de son degré de trempe. Il se rapprochera de l'unité pour des aciers peu riches et bien recuits; il deviendra de plus en plus petit à mesure que l'acier sera plus dur et mieux trempé. C'est, en effet, ce que prouve le tableau qui suit :

N° 8.

	Acier très-dur Dalifol.	Acier fondu trempé.	Acier au wolfram revenu jaune.	Acier fondu recuit.	Acier au wolfram recuit au rouge.	Acier au wolfram recuit au blanc.
Acier nu.......	54,5	77,1	72,2	64,8	132,2	67,7
Acier armé......	26,0	40,1	33,4	39,5	79,6	46,5
Perte..........	28,5	37,0	38,8	25,3	52,6	37,1
Gain du fer......	162,2	90,0	89,4	52,2	93,6	46,5
Rapport α...	0,17	0,41	0,43	0,46	0,56	0,80
$\frac{1}{\alpha}$.............	5,9	2,44	2,31	2,17	1,79	1,25
Acier nu $\times \frac{1}{\alpha}$...	320,0	188,0	166,3	140,5	235,7	85,0
Perte $\times \frac{1}{\alpha}$.....	162,2	90,0	89,4	52,2	93,6	46,5

» Puisque le coefficient α ne dépend que de la conductibilité de l'acier, il peut servir à l'exprimer; ainsi elle se représentera par $\alpha = 0,17$ pour le premier des aciers précédents qui était très-dur, elle deviendra 0,80, presque égale à celle du fer, pour le dernier qui avait été recuit au rouge blanc.

» Par contre, $\frac{1}{\alpha}$ sera une mesure de la force coercitive : égale à 5,9 pour le premier acier, à 1,25 pour le dernier, celle du fer étant prise pour unité.

» La valeur de α étant déterminée pour chaque acier, il faudra multiplier les mesures prises sur cet acier par $\frac{1}{\alpha}$ pour les rendre comparables à celles qu'on a obtenues sur l'armature. On obtient ainsi les *intensités réelles* mesurées sur des éléments superficiels égaux.

» On trouve alors, tableau n° 3, que les armatures ne prennent en réa-

---

tion d'une armature : il augmente. On peut calculer par les expériences précédentes la somme des moments de chaque élément de la courbe des intensités, par rapport à la section moyenne, et l'on trouve pour le côté nu 979,9, pour le côté muni d'une armature de 17,5, 1264,4. Si, au lieu d'une seule armature, on en place deux à la suite, ce moment s'élève à 1560. Dans les deux cas, il dépasse de beaucoup celui de l'aimant nu.

lité que peu de magnétisme aux aimants, lors même qu'elles seraient très-étendues.

» Certains aciers très-durs, et qui semblent ne point s'aimanter comme je l'ai autrefois observé, prennent cependant un magnétisme notable, mais qui apparaît très-peu au contact d'épreuve, parce que cet acier, n'étant presque pas conducteur, ne cède à ce contact que le magnétisme de l'élément touché σ, élément qui est très-petit pour cet acier; tandis que pour le fer il est très-grand σ', et que, pour comparer ces deux métaux à surfaces égales, il faut multiplier les nombres observés sur l'acier par $\frac{1}{\alpha} = \frac{\sigma'}{\sigma}$, qui est un nombre très-grand. Ainsi, pour les deux premiers aciers du tableau n° 8, le contact indiquait les quantités de magnétisme 54,5 et 77. Le premier paraissait moins aimanté que le second; mais, en multipliant ces nombres par les valeurs correspondantes de $\frac{1}{\alpha}$, on trouve 320 et 188. En réalité, c'est le premier aimant qui est le plus fort.

» L'action sur la limaille de fer est la même que sur le contact d'épreuve, la force portative est aussi dans le même cas. Tout contact enlève aux deux branches de l'aimant portant une partie de leur magnétisme : beaucoup, si cet aimant est bon conducteur, très-peu, s'il est très-dur. Par suite, ce ne sont pas les aimants le plus chargés qui portent le mieux, ce sont ceux qui ont la meilleure conductibilité.

» L'action à distance est tout autre, la conductibilité n'y est pour rien : c'est la charge vraie qui produit l'effet. Un fer doux et un acier très-dur qui indiqueraient le même magnétisme au contact d'épreuve seraient très-inégaux à distance; l'acier l'emporterait, et si à distance un acier est équivalent à un fer doux aimanté, il se montrera beaucoup plus faible en force portative, en intensité au contact, ou par son effet sur la limaille.

» Je possède un aimant qui m'a été remis par M. Dalifol, et qui ne prend dans une bobine qu'un magnétisme insignifiant, égal à 0,8, tandis qu'un aimant de même dimension donne 74,3; le rapport est 94.

» Si on les place tous deux devant une aiguille suspendue très-petite, on trouve par la méthode des oscillations que le rapport de leurs effets à la même distance est réduit à 24. C'est le rapport des magnétismes vrais

$$\frac{74,3}{\alpha'} \quad \text{et} \quad \frac{0,8}{\alpha}, \quad \text{ou} \quad 94 \times \frac{\alpha'}{\alpha};$$

et comme α' est beaucoup plus petit que α, le rapport doit avoir diminué, comme cela est en effet.

» Cette discussion montrera combien ces questions sont délicates et

combien de fautes ont été commises. Elle prouve que les diverses méthodes d'investigation, suivant qu'elles agissent à petite ou à grande distance, ne sont point comparables. Celle que j'emploie a au moins l'avantage d'être définie, puisqu'elle opère au contact et non à des distances qui sont variables. Elle permet aussi, ayant mesuré un certain effet, de déterminer a et de conclure le magnétisme vrai des aciers comparé à celui du fer doux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Remarques sur les substances minérales contenues dans le jus des betteraves et sur la potasse qu'on en extrait*; par M. Eug. Peligot.

« Les chimistes qui se sont occupés de l'analyse de la betterave ont établi que cette plante renferme, en dehors du sucre, un très-grand nombre de matières solubles dans l'eau. J'ai fait sur le jus de cette racine quelques observations que je crois nouvelles, au point de vue des sels minéraux qu'il contient en assez grande quantité, dans la proportion de 6 à 12 millièmes de son poids. Ces observations sont le complément du travail que j'ai présenté à l'Académie dans sa dernière séance.

» La composition des cendres de la betterave entière diffère notablement de la composition des cendres fournies par le jus. En effet, bien que la matière qui forme la partie celluleuse de la plante soit peu abondante, la pulpe retient sous forme de composés insolubles la presque totalité des sels calcaires qu'on trouve dans les cendres de la racine en assez forte proportion.

» Le jus trouble, qu'on obtient en soumettant à la presse la pulpe d'une betterave qu'on vient de râper, contient une très-petite quantité de ces sels; il se colore rapidement au contact de l'air, et il ne peut être filtré qu'autant qu'on l'a fait bouillir pendant quelques instants. La chaleur a pour effet, non-seulement de coaguler les matières albuminoïdes et d'arrêter les fermentations qui se développent rapidement, mais aussi de rendre insolubles le phosphate et le carbonate de chaux dissous à la faveur de l'acide carbonique que tous les sucs végétaux contiennent en abondance. Aussi le jus de la betterave, après qu'on l'a fait bouillir, est exempt de sels calcaires.

» Néanmoins, dans cet état, il renferme beaucoup de phosphates. Il suffit, en effet, d'y ajouter une certaine quantité de nitro-molybdate d'ammoniaque, préparé d'après les prescriptions indiquées par M. Paul de Gasparin dans son important travail sur l'analyse des terres arables, pour obte-

nir à l'ébullition un abondant dépôt jaune de phospho-molybdate d'ammoniaque.

» On peut également séparer des cendres fournies par ce jus, après le dosage du chlore, l'acide phosphorique sous forme de phosphate d'argent tribasique, en saturant exactement par l'ammoniaque la liqueur acide dont le chlorure d'argent a été séparé.

» C'est à l'état de phosphate de potasse tribasique que se trouve la majeure partie de l'acide phosphorique dans le jus de la betterave; les cendres qui en proviennent en contiennent au delà du tiers de leur poids; mais une notable quantité de cet acide s'y rencontre aussi sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien. Rien n'est plus facile que de constater l'existence de ce sel : il suffit d'ajouter au jus filtré de l'ammoniaque pour y faire naître immédiatement un dépôt cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien : une goutte de jus de betterave et une goutte d'alcali volatil donnent, sous le microscope, cette réaction d'une façon très-nette.

» Les cendres fournies par le jus contiennent de 10 à 15 pour 100 de leur poids de phosphate de magnésie bibasique, quelle que soit la provenance de la betterave. J'ai examiné récemment une grosse racine, du poids de 3 kilogrammes environ, provenant des polders de Bouin (Vendée) mis en valeur par M. Le Cler : le jus filtré a laissé par litre $13^{gr},28$ de cendres; celles-ci renferment 15,3 pour 100 de phosphate de magnésie.

» Ces faits trouvent leur explication dans le faible degré d'acidité que présente le jus de la betterave; il est probable que cette acidité est suffisante pour amener la dissolution partielle du phosphate ammoniaco-magnésien, insuffisante pour dissoudre le phosphate de chaux qu'on rencontre en assez forte proportion dans la partie coagulée et dans le tissu cellulaire dont on a séparé les matières solubles.

» On sait d'ailleurs que la défécation du jus de betterave se pratique dans toutes les usines en ajoutant au liquide chauffé une certaine quantité de chaux éteinte; cette opération est toujours accompagnée d'un dégagement d'ammoniaque qui est surtout dû à la décomposition du phosphate ammoniaco-magnésien. Le sel de magnésie, devenu insoluble, s'ajoute aux écumes qui sont en grande partie formées par le phosphate calcaire provenant de la décomposition du phosphate de potasse. Aussi ces écumes de défécation constituent un engrais énergique dont les observations qui précèdent feront mieux apprécier la valeur.

» La potasse à l'état de carbonate, qu'on retire des résidus de la fabrication du sucre indigène, renferme une certaine quantité de phosphate qu'on

retrouve dans la potasse raffinée et qui récemment m'a permis de remonter à la cause d'accidents qui se produisaient dans une industrie bien éloignée des industries agricoles : cette industrie est la fabrication du cristal.

» On sait que les matières premières employées pour cette sorte de verre sont le sable, le minium et la potasse. Ces matières doivent être aussi pures que possible. Ayant été consulté par des fabricants de cristaux qui, au lieu du verre transparent et incolore qu'ils ont coutume de produire, obtenaient un verre laiteux et opalin, et après avoir inutilement cherché la cause de cette altération du cristal dans la qualité du minium et du sable, j'ai examiné la potasse dont ils se servaient et qui provenait d'une des meilleures raffineries du Nord : j'y ai trouvé une notable quantité de phosphate alcalin. Dans trois échantillons de potasse indigène raffinée, de provenance différente, j'ai constaté qu'en dehors des quelques centièmes de chlorure, de sulfate alcalin et de sels de soude que cette matière renferme habituellement, on y rencontre des quantités notables de phosphate de potasse, soit 3,7; 2,0 et 2,6 pour 100.

» Ce sel, dont la présence n'avait pas été encore signalée dans les potasses indigènes, exerce probablement sur le verre un effet analogue à celui du phosphate de chaux qu'on emploie depuis longtemps pour fabriquer le verre opale à reflets rougeâtres. Il suffira sans doute de signaler le trouble qu'il apporte dans la fabrication du cristal pour que les raffineurs de potasse, auxquels la clientèle des représentants de cette industrie n'est pas indifférente, apportent dans leur travail les changements nécessaires pour éliminer complétement une substance que les potasses exotiques, qui proviennent du lessivage des cendres de bois, ne contiennent pas en quantité appréciable. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des* Viola, *principalement d'après le* Viola tricolor hortensis; par M. **A. Trécul.**

« Ne pouvant décrire, faute d'espace, l'insertion réelle des faisceaux du pédoncule, je me bornerai à dire que cet organe en a quatre dès sa base apparente dans les *Viola tr. hortensis* et *altaica*, et seulement deux dans quelques autres espèces. Ces deux faisceaux se bifurquent à environ 2 millimètres au-dessus de la base dans le *V. prionantha*, vers le tiers inférieur dans le *V. mirabilis,* vers les trois quarts de la hauteur du pédoncule dans le *V. biflora*. Au sommet de celui-ci les quatre faisceaux produits s'unissent diversement : en cercle (*V. striata*), en ellipse (*V. prionantha*), en rectangle ou en carré (*V. tr. hortensis, altaica,* etc.).

» Quel que soit le mode d'union des quatre faisceaux au sommet du pédoncule, il se fait là à travers la moelle un réseau vasculaire aux bords duquel s'ajoutent deux nouveaux faisceaux : l'un au-dessus de la face supérieure du pédoncule, l'autre au-dessus de la face inférieure. Les six faisceaux existants entrent dans la coupe réceptaculaire, tandis que les bords du plexus vasculaire transverse se relèvent et se prolongent en trois larges faisceaux réniformes qui vont aux placentas.

» Ces trois faisceaux placentaires sont opposés à trois des six faisceaux périphériques, de façon que le sommet du triangle qu'ils forment est opposé au faisceau qui surmonte le milieu de la face supérieure du pédoncule, et qui va constituer la nervure médiane du sépale supérieur. Les trois autres faisceaux périphériques alternent donc avec les faisceaux placentaires. Ce sont les deux qui se prolongent dans les deux sépales latéraux supérieurs et celui qui entre dans le pétale inférieur éperonné. C'est de ces trois derniers faisceaux périphériques qu'émane le système vasculaire des parois de l'ovaire. Pour cela chacun d'eux émet, un peu au-dessus de sa base, une courte branche qui se partage en trois ou en deux faisceaux. Quand il y en a trois, le médian monte tout droit et forme la nervure médiane du carpelle correspondant; tandis que les deux latéraux, inclinés presque horizontalement chacun de son côté, se redressent à quelque distance. Il y a, par conséquent, vis-à-vis chaque intervalle des placentas, ou trois faisceaux dont un médian, ou seulement deux latéraux, ayant une même base. Ces trois ou ces deux faisceaux ascendants existent d'abord seuls dans la jeunesse du pistil, et souvent ils sont incomplets dans la fleur épanouie; un peu plus tard les faisceaux latéraux se ramifient sur leurs deux côtés. Dans le *Viola tr. hortensis*, sur le côté tourné vers le faisceau médian, il naît des rameaux qui montent verticalement et se relient au faisceau qui les a produits, ou se répandent dans le parenchyme qui les sépare du faisceau médian, mais sans s'unir à lui vers la base de l'ovaire ou du fruit; dans la partie supérieure seulement les faisceaux latéraux et le médian sont reliés par un faible réseau, indépendamment de l'anastomose qu'ils contractent au sommet des carpelles, comme je le dirai plus loin. D'autre part, les deux faisceaux latéraux de deux carpelles voisins sont rattachés l'un à l'autre par des ramifications anastomosées en réseau à travers le parenchyme interposé et placé en arrière de chaque placenta. Le *V. prionantha* m'a donné aussi de beaux exemples de cette union réticulée des faisceaux marginaux des carpelles voisins. Une telle liaison est visible aussi dans le fruit des *V. altaica, Munbyana*, etc.

» Dans la fleur de quelques espèces chaque faisceau placentaire est simple; il ne se divise que pour donner des rameaux aux ovules (*V. hederacea*); dans le *Viola tr. hortensis*, etc., il se partage en cinq, six ou sept fascicules disposés en réseau, sur toutes les parties duquel sont insérés les ovules. Vers le sommet le nombre des faisceaux diminue dans chaque placenta, de sorte que tout en haut il n'en reste plus que deux qui sont reliés avec les faisceaux latéraux des deux carpelles adjacents, qui eux-mêmes sont rattachés aux médians existants.

» De tous ces faisceaux, un seul se prolonge dans le style : c'est la nervure médiane du carpelle opposé au pétale inférieur éperonné. Ce faisceau parcourt longitudinalement le style, en suivant un des trois angles de la partie inférieure du canal central; arrivé dans la base du stigmate urcéolé ouvert et incliné sur le côté inférieur, il se bifurque, et ses branches s'épanouissent en deux lames spatulées qui embrassent en partie la cavité stigmatique (1).

» Telle est la disposition du système vasculaire. Voyons maintenant l'arrangement des éléments fibreux. Tout à la base du fruit, le tissu fibreux embrasse chaque faisceau placentaire à peu près comme le fait, à la face externe de beaucoup de faisceaux, le groupe libérien ployé en gouttière; mais ici, en montant, chaque couche fibreuse s'étend latéralement avec le faisceau placentaire, et s'unit avec la strate fibreuse aussi, qui tapisse la face interne des parois carpellaires. De là au sommet du fruit, la couche fibreuse est parfaitement continue, et elle isole les faisceaux placentaires du reste du système vasculaire, de façon que les faisceaux placentaires ne peuvent être considérés comme formés par les bords soudés deux à deux de trois prétendues feuilles, et cela d'autant moins que les bords des carpelles sont, en arrière, vasculairement unis entre eux, comme il a été dit plus haut.

» Mais la couche fibreuse n'est pas homogène dans toute son étendue (*V. tr. hortensis, altaica, prionantha, cucullata, Munbyana*). Très-épaisse derrière les placentas, elle s'amincit graduellement vers la ligne médiane des carpelles, où a lieu la déhiscence. Des coupes transversales faites dans la région moyenne du fruit, et même à diverses hauteurs, montrent la composition suivante : en arrière des placentas, où la couche fibreuse a le plus

---

(1) Les *Viola canadensis, canina, altaica, rothomagensis, calcarata*, ont aussi le faisceau sous-stigmatique divisé en deux lames spatulées; au contraire, les *V. palmata, mirabilis, striata, Mühlenbergii* ont le même faisceau terminé en simple pinceau.

d'épaisseur, elle est formée de cellules fibreuses ponctuées, étendues horizontalement et radialement. Vers l'extérieur, cette partie la plus épaisse est limitée par une, deux ou plus souvent trois rangées de cellules fibreuses, horizontales aussi, mais étendues parallèlement à la surface du fruit. Ces dernières cellules fibreuses semblent plus particulièrement être la continuation de la strate fibreuse qui tapisse le reste de la paroi interne des carpelles, et qui est de même, dans le voisinage des placentas, composée de fibres horizontales allongées parallèlement aux faces du péricarpe. En s'éloignant des placentas, la strate fibreuse diminue d'épaisseur, et ses cellules deviennent verticales auprès des lignes de déhiscence.

» Les cellules de l'épiderme interne, qui sont fibreuses également, et horizontales loin des lignes de déhiscence, deviennent aussi verticales auprès de ces lignes pour faciliter la scission.

» La strate fibreuse est revêtue extérieurement par quelques rangées de cellules parenchymateuses munies de chlorophylle, qui enveloppent les faisceaux vasculaires propres au péricarpe, et ce parenchyme est couvert lui-même par une rangée de cellules épidermiques auxquelles sont interposés d'assez nombreux stomates.

» Retournons au réceptacle. Voyons comment les six faisceaux qui couronnent le pédoncule donnent le système vasculaire des sépales, des pétales et des étamines.

» Le faisceau né au-dessus du milieu de la face supérieure du pédoncule va au sépale supérieur qui est externe; ceux des angles de la face inférieure du pédoncule vont aux deux sépales latéraux inférieurs, dont l'un est externe et l'autre recouvert par lui d'un côté dans le bouton; les deux faisceaux des angles de la face supérieure du pédoncule vont aux deux sépales internes, qui sont les deux latéraux supérieurs; enfin le sixième faisceau, né au-dessus du milieu de la face inférieure du pédoncule, se prolonge dans le pétale éperonné, dans lequel il entre par la face interne de l'éperon, descend jusqu'au fond de celui-ci, se recourbe pour monter le long de la face externe, et de là se prolonger dans la nervure médiane de la lame pétaline.

» Ce pétale inférieur reçoit encore des faisceaux primaires voisins, de chaque côté, d'après le *V. tr. hortensis*, trois faisceaux qui naissent de ceux-ci directement ou indirectement; ils montent dans ce pétale et s'y ramifient ainsi que sa nervure médiane.

» Avant d'entrer dans les sépales, les cinq faisceaux, qui sont destinés à leurs nervures médianes, ont à traverser le tube calicinal. Chemin faisant,

chacun d'eux émet un faisceau staminal, puis à droite et à gauche une branche principale oblique qui s'approche de son homologue donnée par le faisceau voisin, s'unit à elle par une courte anastomose transverse un peu au-dessous du sinus rentrant, formé par la base de deux sépales contigus, puis se prolonge dans le côté du sépale au-dessous duquel elle est placée; elle peut s'y ramifier plus haut et contribuer avec la nervure médiane à constituer la nervation secondaire de ce sépale. C'est sur l'anastomose transverse qui unit ces deux branches au-dessous des sinus rentrants du calice, que s'insère, en apparence dans le prolongement de l'une des branches qui ont concouru à former cette anastomose, la nervure médiane de chacun des quatre pétales supérieurs. Ces quatre pétales reçoivent encore, de chaque côté, un faisceau, plus rarement deux, qui sont des ramifications latérales directes ou indirectes du faisceau qui va constituer la nervure médiane du sépale correspondant (*V. tr. hortensis*).

» Ce n'est pas là tout; il existe au-dessous de chaque sépale une sorte d'éperon lamellaire, dont la nervation mérite d'être notée, et dont la présence semble indiquer que là réellement commence le sépale. Chacun d'eux reçoit de chaque côté de la nervure médiane (*V. tr. hortensis*) une branche qui décrit une courbe dont la cavité est tournée par en haut. Ces deux branches s'anastomosent avec quelques autres nervures secondaires du sépale proprement dit, et c'est sur la convexité de ces deux branches courbes que s'insèrent les nombreux rameaux qui se répandent en tous sens dans l'éperon du sépale, où ils forment un réseau compliqué.

» J'ai encore à mentionner les appendices que les deux étamines inférieures envoient de leur filet dans le cornet du pétale éperonné. Ces appendices très-rarement creux, le plus souvent pleins, sont ordinairement dépourvus de faisceaux; cependant il existe de ces derniers dans les appendices des étamines des *Viola Ruppii* et *cucullata*.

» Dans les Violettes comme dans les fleurs à insertion dite périgyne des Amygdalées, de l'*Eschscholtzia*, etc., le pistil occupe le fond de la coupe, les étamines sont insérées plus haut, les pétales plus haut que les étamines, les sépales au-dessus des pétales. Tout cet ensemble, désigné par l'appellation de *tube du calice* ou de *coupe réceptaculaire*, est-il réellement formé, comme le croient certains botanistes, par autant de feuilles coalescentes ou soudées entre elles qu'il y a d'organes insérés dessus. Telle est la question qu'il me reste à examiner. Commençons par les carpelles.

» Nous avons vu que chacun d'eux est inséré par un faisceau qui se divise d'abord en trois nervures : une médiane et deux latérales, ou seu-

lement en deux latérales, qui plus tard se ramifient. Cette nervation du jeune âge rappelle celle des carpelles des Anémones, des Clématites, etc., qui n'ont qu'une nervure médiane et deux latérales. En l'absence de toute définition rigoureuse des feuilles et des axes, des carpelles aussi simples permettent aux théoriciens d'en faire à volonté des feuilles modifiées ou des rameaux constituant des organes spéciaux destinés à remplir une fonction particulière ; mais il y a aussi dans les Renonculacées les carpelles des Nigelles et de la Garidelle, que leur couche fibreuse libérienne continue ne permet pas de rapporter aux feuilles des mêmes plantes. Il y a encore les carpelles des *Pæonia*, dont le réseau vasculaire donne dans l'écorce une multitude de faisceaux horizontaux, ramifiés en corne de cerf et pourvus de cellules fibreuses à parois très-épaisses et ponctuées. En faire des feuilles, ce serait de la pure fantaisie. Les carpelles des *Helleborus, Calla, Aquilegia, Delphinium*, etc., ne pourraient être expliqués que par le concours de trois feuilles, ou tout au moins par celui d'une feuille trilobée ; ce qui serait déjà une modification d'autant plus considérable apportée à la théorie, que ces carpelles des Renonculacées ont toujours été cités comme des modèles de feuilles simples, ployées suivant leur nervure médiane ; mais l'existence d'une feuille trilobée ne saurait être invoquée chez les *Agraphis*, les *Scilla italica, amœna, Phalangium Lihago*, etc., qui ont une nervation analogue. Les feuilles des *Æsculus*, du *Sparmannia africana*, de l'*Entelea arborescens* ne peuvent donner la nervation des carpelles de ces plantes, qui sont chargés de piquants parcourus par des vaisseaux. Les carpelles du *Ranunculus arvensis* ont aussi des piquants vasculaires, mais avec une autre constitution. Les carpelles des *Pavia*, qui ont la structure de ceux des *Æsculus*, moins les piquants, rappellent ceux des *Pæonia* par leurs faisceaux horizontaux, pourvus de cellules fibreuses à parois épaisses et répartis en travers l'écorce. Chez les *Tilia* le système vasculaire s'associe d'une façon analogue à de petits groupes de cellules scléreuses transverses, mais courtes et limitées à l'écorce interne. Enfin, dans l'*Anadenia Manglesii* et le *Grevillea glabella*, il existe aussi, dans l'écorce des carpelles, des groupes de cellules scléreuses allongées horizontalement, dans lesquels toutefois je n'ai pas encore vu de vaisseaux. Je citerai encore le jeune fruit du *Theophrasta macrophylla*, dont cinq feuilles ne peuvent donner la structure, puisque les faisceaux associés en réseau sont épars sans ordre et suivant au moins trois plans différents. Une couche épaisse et continue de cellules scléreuses existe en outre dans la région corticale du péricarpe, et elle enveloppe de ses cellules internes les plus petits des faisceaux, qui sont les plus externes. A tous ces exemples, j'en pourrais

ajouter beaucoup d'autres, celui des *Yucca*, etc. Cette série suffit pour prouver que de la structure des carpelles les plus simples, comme sont ceux des *Anemone*, des *Allium* et ceux un peu plus compliqués des *Viola*, on ne saurait déduire que le pistil soit formé d'autant de feuilles qu'il y a de carpelles. On sait d'ailleurs aujourd'hui que l'orientation des faisceaux et leur disposition symétrique d'après un plan ou une ligne droite ne suffit pas pour caractériser les feuilles et les axes. Je renverrais ceux qui ne sont pas convaincus de cette opinion au Mémoire de l'auteur de l'avis combattu ici, sur l'*Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées*, comme l'a fait déjà M. de Lanessan, en appuyant mes assertions.

» Quand même on persisterait à vouloir regarder le pistil des *Viola* comme formé par trois feuilles, comme cela a été admis dans un Mémoire récent qui a eu beaucoup de retentissement, la raison ne serait pas satisfaite; il faudrait avoir recours à une théorie plus complexe, dont on doit l'idée à M. Brongniart, à l'existence de feuilles fertiles et de feuilles stériles dans un pistil donné; mais notre confrère s'est bien gardé de s'arrêter à cette idée, et il a bien fait. Ce ne sont pas les *Viola* qui lui ont suggéré cette théorie, et pourtant elle leur serait applicable tout aussi bien qu'aux Crucifères et aux Papavéracées; car les parois carpellaires et les placentas y forment également et même mieux deux verticilles différents. Je dis *mieux* parce que les deux verticilles sont séparés par la couche fibreuse, et parce qu'ils ont une insertion très-dissemblable. En effet, chaque tiers de la paroi carpellaire est inséré sur un des six faisceaux basilaires de la coupe réceptaculaire, tandis que les faisceaux placentaires sont insérés sur le réseau transverse qui constitue le fond du réceptacle. D'ailleurs, la structure des placentas n'est nullement celle d'une feuille. Dans les placentas les plus complexes (*V. tr. hortensis*, etc.) le faisceau placentaire se divise, en montant, en un réseau sur toute la surface duquel sont insérés les ovules. Il faudrait donc ici modifier une fois de plus la théorie (ce qu'avait déjà prévu l'illustre R. Brown pour les *Nymphæa* et les *Butomus*), puisque les ovules ne sont pas insérés seulement sur les bords des prétendues feuilles. En outre, il ne faut pas oublier que les feuilles fertiles différeraient encore des feuilles stériles, en ce que ces dernières seraient couvertes d'une couche fibreuse sur leur face interne; ce qui, soit dit en passant, ne contribue guère à les rapprocher des feuilles normales des *Viola*. Est-il besoin d'ajouter que, pour faire cette assimilation, il faut négliger tous les caractères qui font du pistil un organe femelle? Tout concourt donc à faire des carpelles une forme

de la ramification destinée à remplir une fonction spéciale. Cherchons maintenant si la coupe réceptaculaire est composée d'autant de feuilles qu'elle supporte d'organes.

» Si chaque pétale avait, comme chaque étamine, un simple faisceau inséré sur l'un des faisceaux basilaires du réceptacle, ce serait déjà se hasarder que de supposer une coalescence, une fusion des faisceaux et des autres tissus de ces divers organes; mais tous les faisceaux de chacun des quatre pétales supérieurs sont insérés, *non pas sur un seul* de ces faisceaux basilaires, mais sur deux de ces six faisceaux primaires à la fois; et chacun de ces quatre pétales n'en reçoit même pas directement sa nervure médiane. Celle-ci est insérée sur un faisceau latéral qui se prolonge dans le sépale placé au-dessus. Il faudrait donc admettre d'abord que cette nervure médiane descend le long de ce rameau latéral, puis le long du faisceau primaire correspondant avant d'arriver à l'axe; ensuite il faut admettre le partage des faisceaux latéraux du même pétale, ceux d'une moitié descendant d'un côté le long de l'un des faisceaux primaires, ceux de l'autre moitié descendant d'un autre côté le long d'un autre faisceau semblable. Aux faisceaux composés qui en résulteraient s'ajouteraient encore ceux des étamines et ceux des parois carpellaires.

» C'est déjà beaucoup de complication. Le pétale éperonné en offrirait un degré de plus; car ses faisceaux descendraient suivant trois directions. Les uns sont insérés sur la nervure médiane, qui vient directement de la base du réceptacle; les latéraux iraient chacun dans une direction différente, descendant, ceux de droite le long du faisceau primaire de droite, ceux de gauche le long du faisceau primaire de ce côté. N'est-ce pas là une grande exagération, un abus de l'unification des organes dits *appendiculaires*. Pourquoi les botanistes qui admettent cette théorie ne reviennent-ils pas tout de suite à celle qui veut que tout soit feuille dans le végétal, de sorte que les faisceaux des rameaux, du tronc et des racines ne seraient que des prolongements inférieurs des feuilles?

» Si l'on persiste à vouloir rapporter aux feuilles la coupe réceptaculaire et tous les organes appendiculaires, au lieu de ne voir dans les feuilles proprement dites, dans les sépales, les pétales, les étamines et les carpelles que des formes de la ramification ayant chacune sa fonction spéciale, on n'aura pas accompli sa tâche quand on aura accumulé tant d'hypothèses pour expliquer la coupe réceptaculaire des *Viola* ou celle des Amygdalées, etc.; il faudra rattacher aux lois de la phyllotaxie l'insertion de toutes les prétendues feuilles que l'on conduit ainsi au sommet du pédoncule.

» Une fleur de *Viola* serait composée de 21 feuilles, dont 5 sépalaires, 5 pétalines alternes avec les sépales, 5 staminales alternes avec les pétales, 3 pour les parois carpellaires et 3 pour les placentas. De ces 21 feuilles, 9 seulement recevraient directement des faisceaux du sommet du pédoncule, *et il est fort remarquable que les organes qui les représentent forment* TROIS VERTICILLES ALTERNANT RÉGULIÈREMENT ENTRE EUX. Le verticille inférieur est donné par le sépale supérieur et les deux sépales latéraux inférieurs; le deuxième verticille est composé des deux sépales latéraux supérieurs et du pétale inférieur éperonné ; le troisième verticille est constitué par les placentas. Les 12 autres organes (savoir, les 4 pétales supérieurs, les 5 étamines et les 3 parois carpellaires) ne reçoivent que des faisceaux secondaires ou tertiaires, insérés sur les six faisceaux basilaires de la coupe réceptaculaire. De ces six faisceaux basilaires, un seul ne porte pas d'étamine; c'est celui qui se prolonge dans le pétale éperonné. Tout cela est porté par un pédoncule qui n'a que quatre faisceaux à sa partie supérieure et deux, au moins souvent, à son insertion, et ce pédoncule naît d'une branche sur laquelle les feuilles normales sont disposées suivant la fraction $\frac{2}{5}$.

» Plutôt que de chercher vainement à ramener les 21 feuilles florales au sommet du pédoncule, et à les y ranger d'une manière satisfaisante sur les quatre faisceaux qu'il contient, n'est-il pas plus naturel d'admettre que l'insertion réelle de ces organes a lieu à la place où on l'observe sur la coupe réceptaculaire, *reconnue pour une modification de l'axe,* et où la symétrie florale indiquée plus haut marque leur insertion vraie. »

PHYSIOLOGIE. — *Phosphorescence des Invertébrés marins.* Note de M. DE QUATREFAGES.

« En présentant un travail de M. *Panceri*, intitulé *Intorno alla luce che emana dai nervi delle elitre delle Polynoe*, M. de Quatrefages présente les observations suivantes :

» Le savant napolitain fait connaître dans le Mémoire actuel des faits analogues à ceux qu'il avait signalés dans la *Phyllirhoe bucephale;* il montre certaines cellules nerveuses terminales comme étant le siége de l'émission de la lumière.

» En acceptant comme exacte la détermination histologique proposée par l'auteur, les faits découverts par M. Panceri soulèvent une question assez intéressante. Dans mes études sur la phosphorescence observée chez

certaines Annélides dépourvues d'élytres, chez les Ophiures, chez les Noctiluques, j'ai montré que la production de lumière se montrait dans les muscles et coïncidait toujours avec la contraction de ces derniers. Or les élytres des Polynoés ne renferment aucune trace d'éléments musculaires, et, par conséquent, il résulte des observations de M. Panceri que les nerfs isolés de tout élément de cette nature sont capables de produire de la lumière.

» Dès lors on peut se demander si les manifestations lumineuses, même au milieu de masses musculaires, ne sont pas dues aux nerfs qui se distribuent à celles-ci. M. Panceri répondra sans doute à cette question, qu'il est permis d'aborder à une époque où l'histologie possède des réactifs que l'on ne connaissait pas lorsque j'étudiais ces phénomènes.

» L'étude des Noctiluques, à ce point de vue, sera surtout intéressante. Les expansions sarcodiques, qui forment la trame intérieure de ces êtres singuliers, ne présentent rien qui ressemble à des fibres musculaires ou nerveuses; mais peut-être les réactifs auxquels je faisais allusion tout à l'heure permettront-ils de reconnaître des éléments nerveux, plus ou moins isolés, en rapport avec la membrane qui forme ces petites vessies vivantes.

» Quoi qu'il en soit, on voit que les études de M. Panceri justifient une fois de plus la conclusion générale à laquelle m'avaient conduit mes propres recherches, savoir: que, sous la dénomination commune de *phosphorescence,* on a confondu longtemps des phénomènes essentiellement distincts et qui n'ont de commun qu'une production de lumière. »

M. Daubrée communique à l'Académie le passage suivant d'une Lettre qu'il a reçue de S. M. *don Pedro*, empereur du Brésil :

« Un tremblement de terre a été observé le 30 octobre, vers $9^h 30^m$ du matin, dans une partie fort limitée de la province de Saint-Paul. J'attribue, faute de renseignements d'un caractère scientifique, la trépidation du sol, qui a duré deux à trois minutes, et le bruit sourd que l'on a entendu en même temps, à quelque grand éboulement souterrain. Le sol, dans les environs de la ville, d'où semble être parti le tremblement de terre, est tout crevassé. Son nom même indigène, *Sorocaba*, signifie *endroit à crevasses*. Je ferai prendre des observations pour vous les communiquer. »

« M. Daubrée ajoute qu'à l'inverse de ce qui a lieu dans d'autres régions étendues de l'Amérique méridionale, des tremblements de terre ont été signalés très-rarement au Brésil. La même Lettre en signale cependant

un qui a ébranlé, en 1811, la ville de Récif, capitale de la province de Fernambouc.

» M. Daubrée rappelle aussi que c'est par des effondrements ou des tassements souterrains que M. Boussingault a cru le mieux rendre compte des tremblements de terre dont il a été si fréquemment témoin dans les Andes de Colombie et de l'Équateur. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part de *M. James-D. Dana*, d'un Mémoire écrit en anglais *sur les pseudomorphes de serpentine et autres de la mine de Tilly-Foster, comté de Putnam, dans l'État de New-York*.

« Dans ce Mémoire, notre savant Correspondant décrit, avec des détails très-précis, et en mettant à profit des études faites sur les mêmes localités, par d'autres minéralogistes américains, MM. les professeurs O.-D. Allen, Ed. Brush, et M. Breidenbaugh, une localité des plus remarquables par les minéraux pseudomorphes qui s'y sont produits, et par les actions chimiques auxquelles ces minéraux épigéniques servent de témoins irrécusables.

» Le gîte de minerai de fer dont il s'agit est subordonné aux roches cristallines, gneiss syénitique et syénite, parallèlement aux feuillets de ces roches. Il consiste en un amas puissant de fer oxydulé magnétique : le silicate fluoré de magnésie, connu sous le nom de *chondrodite*, lui est associé et forme plus de la moitié de la masse totale.

» Des minéraux variés que le gîte de Foster contenait ont été convertis en serpentine, sans perdre toutefois les formes cristallines caractéristiques qui en démontrent et caractérisent l'existence première : tels sont la chlorite, l'enstatite, la chondrodite, la hornblende, le lépidolite, la biotite, la dolomie, l'apatite et la calcite.

» La diversité de minéraux ainsi transformés amène à reconnaître l'ancienne existence d'actions énergiques qui, après avoir décomposé et dissous les divers minéraux précités, ont déposé sur les mêmes points des silicates magnésiens hydratés appartenant à l'espèce serpentine. Ces actions ont été vraisemblablement produites par des eaux chaudes ou des vapeurs, comme le remarque M. Dana.

» M. Daubrée ajoute que l'on connaît depuis longtemps la tendance que certains silicates magnésiens hydratés, comme la stéatite et la serpentine, ont eu à se substituer à des substances cristallines diverses, même à des espèces aussi réfractaires aux dissolvants que le quartz. Les localités de Goepfersgrun, près Wunsiedel, en Bavière; de Monzoni, en Tyrol; de Snarum, en Norwége, sont bien connues des minéralogistes par les échantillons très-

intéressants qu'elles leur fournissent; mais aucun des gisements de pseudomorphes ne paraît plus instructif que celui que l'éminent minéralogiste des États-Unis vient de décrire.

» De telles substitutions sont inexpliquables par les réactions que l'on produit dans les laboratoires; mais elles rappellent celles que l'on est déjà parvenu à produire dans l'eau fortement surchauffée, où l'on voit des silicates anhydres et insolubles se décomposer avec la plus grande facilité, et d'autres, comme le pyroxène, prendre naissance et cristalliser dans les mêmes conditions. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les matières albuminoïdes;* par M. P. SCHÜTZENBERGER.

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, Wurtz.)

« Ayant eu l'occasion d'observer une réaction dans laquelle l'albumine et ses congénères se dédoublent par simple hydratation en produits presque tous cristallisables et partant plus faciles à déterminer, j'ai pensé que l'examen approfondi de cette réaction serait de nature à jeter un nouveau jour sur l'histoire des matières protéiques.

» Ce sont les premiers résultats obtenus dans cette voie que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences.

» Mes expériences ont particulièrement porté sur l'albumine de l'œuf coagulée par la chaleur et bien lavée, ainsi que sur l'albumine purifiée par le procédé de M. Wurtz, et coagulée ensuite.

» L'albumine coagulée, chauffée avec deux fois son poids d'hydrate de baryte cristallisé et une quantité suffisante d'eau (1 litre pour 100 grammes d'albumine sèche), commence par se dissoudre. Lorsque la température a atteint le point d'ébullition, il se dégage de l'ammoniaque, en même temps il se précipite du carbonate de baryte. Au bout de quelques heures, la production d'ammoniaque et d'acide carbonique, abondante au début, se ralentit et finit par s'arrêter à peu près complétement.

» En opérant à la pression ordinaire, à 100 degrés, la quantité d'ammoniaque, ainsi mise en liberté, après cent vingt heures d'ébullition, a été trouvée égale à $1^{gr},7$ pour 100 d'albumine sèche (moyenne de plusieurs analyses concordantes); la détermination du poids de carbonate de baryte formé conduit à ce résultat intéressant, que l'ammoniaque et l'acide carbonique dégagés sont exactement dans les rapports exigés par l'urée.

» Si, au lieu d'opérer à 100 degrés, on chauffe dans un autoclave, entre 140 et 150 degrés, l'action est plus complète; on a trouvé, dans ce cas, après un ou huit jours de chauffage, 4,1 d'ammoniaque pour 100 d'albumine et 24,0 de carbonate de baryte; le calcul exigerait 23,7.

» Le précipité barytique formé pendant l'ébullition contient, outre le carbonate, un peu d'oxalate et de sulfite de baryte.

» De ces observations résulte que la molécule de l'albumine contient le groupement de l'urée et représente un uréide complexe. L'albumine doit également renfermer un groupement analogue à l'oxamide, et lorsque, dans son beau Mémoire sur ce corps, M. Dumas établissait un rapprochement fécond entre les matières animales et le nouveau composé qu'il venait de découvrir, il se trouvait être plus près de la vérité qu'il ne le pensait peut-être alors.

» Enfin une partie du soufre de l'albumine, celle que les alcalis n'enlèvent pas immédiatement sous forme de sulfure, est contenue à l'état de dérivé sulfureux, et l'on est naturellement conduit à songer à la taurine de la bile, que les alcalis bouillants dédoublent en sulfate et acétate. Ce rapprochement est d'autant plus permis que j'ai pu retrouver dans la liqueur des quantités très-sensibles d'acide acétique.

» Revenons au liquide barytique, séparé par filtration du précipité de carbonate et débarrassé par une ébullition assez prolongée de l'ammoniaque libre : il est jaunâtre, couleur de bière. La baryte en excès est enlevée par un courant prolongé d'acide carbonique, et l'on constate qu'il reste une quantité assez sensible de baryte retenue par un ou plusieurs acides organiques. Cette baryte est exactement enlevée par de l'acide sulfurique, et la solution filtrée est concentrée convenablement. Par le refroidissement, elle se prend en masse cristalline. Les eaux mères fournissent de nouveaux cristaux par concentration. Il reste à la fin une dernière eau mère sirupeuse, de saveur sucrée, relativement peu abondante, qui ne cristallise plus que très-lentement, mais qui, évaporée à sec, peut encore céder à l'alcool une notable quantité de produits cristallisables.

» Ces diverses cristallisations et le résidu ont été soumis à une analyse immédiate attentive, contrôlée à chaque pas par l'analyse élémentaire. Si dans mes investigations je n'étais arrivé qu'à des corps déjà connus, dont la constitution est établie, le problème général de la constitution de l'albumine serait résolu; mais ceci n'est encore vrai qu'en partie; à côté de principes classés, j'ai rencontré d'autres corps pour lesquels il reste à faire

un travail spécial, plus simple il est vrai, qui fera l'objet de publications ultérieures.

» Voici, en résumé, les résultats trouvés.

» Les cristallisations aqueuses successives renferment :

» 1° De la tyrosine, environ 5 pour 100; 2° de l'acide amido-œnanthylique, très-peu; 3° de l'acide amidocaproïque ou leucine, proportion notable; 4° de l'acide amidovalérique, butalanine; 5° de l'acide amidobutyrique.

» Avant d'aller plus loin, je ferai observer que l'albumine ne peut en aucun cas être le résultat unique de l'union de la leucine et de ses homologues, comme on l'a avancé. En effet, la formule de l'albumine qui représente le mieux les résultats des analyses est $C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S$. Si nous enlevons l'urée trouvée et si nous remplaçons le soufre par une quantité équivalente d'oxygène, nous aurons $C^{70}H^{104}Az^{14}O^{22}$; enfin, en complétant par addition d'eau l'oxygène qui manque pour le rapport $Az^{n}O^{2n}$ existant dans la leucine et ses homologues, on a $C^{70}H^{116}Az^{14}O^{28}$, formule dans laquelle il manque 38 atomes d'hydrogène pour qu'elle puisse représenter un corps de la série $C^{n}H^{2n+1}AzO^{2}$ (leucine et homologues).

» L'expérience confirme ces considérations; en effet, à côté de la leucine et de ses homologues j'ai pu isoler des corps cristallisés et définis qui en diffèrent par de l'hydrogène en moins.

» Le plus important par la masse se trouve dans les eaux mères des premières cristallisations et s'obtient en évaporant celles-ci à sec et en épuisant par l'alcool absolu. La solution alcoolique concentrée laisse déposer rapidement, par refroidissement, une masse cristalline formée de grumeaux caséeux blancs. Ces cristaux, purifiés par plusieurs dissolutions dans l'alcool, ont donné :

Carbone	50,0
Azote	13,6-14
Hydrogène	8,1-8,2

nombres qui conduisent à la formule $C^{12}H^{23}Az^{3}O^{6}$, que je ne donne ici que pour traduire les analyses.

» Ce corps est sucré, très-soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool; il précipite par le nitrate acide de mercure; la chaleur le volatilise partiellement. J'ai également rencontré deux autres corps sucrés cristallisant en feuillets et en mamelons, précipitables par le nitrate de mercure et donnan les nombres de la leucine, moins 2 et 3 atomes d'hydrogène.

» Je ne me prononce pas encore définitivement sur la constitution de ces produits : ou ce sont des termes d'une série parallèle à celle des acides amidés de la série grasse, contenant moins d'hydrogène, telle que $C^n H^{2n-1} Az O^2$, ou ils représentent des combinaisons complexes de la leucine et de ses homologues avec un acide plus riche en oxygène. J'ai, en effet, rencontré au moins deux acides de cet ordre, et c'est à leur présence que la baryte doit de ne pas être entièrement précipitée par l'acide carbonique. Ils sont incristallisables ou difficilement cristallisables, déliquescents, et ne précipitent que par le nitrate mercurique. Ces caractères rendent leur étude et leur séparation très-délicates. L'un d'eux offre la composition d'un isomère de l'acide aspartique déjà trouvé par Kessler dans les produits de décomposition de l'albumine par l'acide sulfurique, mais il en diffère par sa grande solubilité dans l'eau. Un autre, peu abondant, m'a fourni des nombres correspondant à la formule d'un acide diamidocitrique.

» Quoi qu'il en soit, ces acides, qui, sans aucun doute, se rapprochent des acides aspartique, glutamique, malamique, devront faire l'objet de nouvelles recherches.

» Je dois encore signaler la production, dans cette réaction, d'une petite quantité de dextrine. Je passe sous silence, en ce moment, un grand nombre de produits intermédiaires, formés par un dédoublement incomplet, que j'ai eu l'occasion d'étudier. Ces produits offrent cependant quelque intérêt, parce qu'ils permettent de suivre le dédoublement progressif de l'albumine en corps de moins en moins complexes. J'ajouterai seulement que, par une ébullition de une heure et demie à deux heures, avec de l'acide sulfurique étendu, l'albumine se scinde en deux parties à peu près égales : l'une soluble, contenant $C = 49$, $H = 6,8$, $Az = 14,5$; l'autre insoluble, contenant $C = 53,3$, $H = 7,2$, $Az = 14,2$.

» La première n'offre plus les réactions colorées caractéristiques des matières albuminoïdes; la seconde les présente d'une manière nette. Traitées par l'hydrate de baryte, elles donnent toutes deux les mêmes dérivés, ammoniaque, acide carbonique, leucine, etc.; seulement la partie soluble ne donne pas de tyrosine, tandis que la partie insoluble en fournit. C'est donc au groupement tyrosique qu'ils renferment que les albuminoïdes doivent leurs réactions colorées par l'acide azotique, le nitrate mercurique, l'acide sulfurique et le sucre.

» En résumé, l'albumine se dédouble par la baryte, entre 100 et 140 degrés, en fixant de l'eau, en acides carbonique, oxalique, sulfureux, acétique et ammoniaque, éléments de l'urée, de l'oxamide et de la taurine; en

tyrosine, en acides amidés de la série grasse, et en acides amidés plus oxygénés et moins hydrogénés. En dehors de ces termes, on ne trouve plus rien de saillant.

» Les autres matières albuminoïdes se comportent comme l'albumine et donnent des produits analogues; c'est surtout dans les proportions relatives de ces produits qu'il faudra chercher la raison des nombreuses variétés de ces corps si complexes et à équivalents si élevés. Je suis heureux, en terminant, de pouvoir remercier publiquement mon préparateur, M. A. Bourgeois, du zèle infatigable avec lequel il m'a secondé dans ces longues recherches. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxygène électrolytique sur l'alcool méthylique;* par M. A. RENARD.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« L'alcool méthylique pur, soumis à l'action de l'oxygène électrolytique, d'une façon identique à celle qui est indiquée pour l'alcool vinique (1), a fourni des résultats à peu près semblables. Pendant l'action du courant, il se produit toujours de l'hydrogène au pôle négatif, mais on constate en outre qu'il se dégage sur la lame de platine, servant d'électrode négative, une petite quantité d'un gaz, que l'on peut recueillir en disposant au-dessus de cette électrode une éprouvette remplie du mélange d'alcool et d'eau acidulée.

» La proportion de gaz qui se dégage ainsi est toujours très-faible, environ 25 à 30 centimètres cubes, en opérant avec cinq éléments Bunsen. Ce gaz ne contient pas d'oxygène, mais il est formé en grande partie d'oxyde de carbone, d'un peu d'acide carbonique et d'une petite quantité d'un gaz soluble dans l'eau, qui paraît être de l'oxyde de méthyle.

» En distillant l'alcool après son oxydation, et en traitant par du chlorure de calcium le produit distillé, on obtient un liquide formé de formiate de méthyle, de méthylal et d'acétate de méthyle; il ne se produit pas d'aldéhyde méthylique.

» Ce mélange, traité par une solution concentrée de potasse caustique à l'ébullition, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, afin de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 105.

décomposer les éthers, donne par distillation du méthylal pur, bouillant à 42 degrés, que l'on n'a plus qu'à débarrasser de l'alcool méthylique qu'il peut contenir, par un traitement au chlorure de calcium.

» Le méthylal est, dans ces conditions, l'un des produits principaux de l'oxydation de l'alcool méthylique, et ce procédé permet d'en obtenir des quantités assez considérables.

» Si l'on fait usage d'alcool méthylique du commerce, il faut, après l'action de la potasse, ajouter au produit distillé une solution concentrée de bisulfite de soude, afin de le débarrasser de l'acétone qui l'accompagne.

» En opérant avec de l'alcool méthylique pur, il ne se produit jamais d'acétone.

» La potasse provenant de la décomposition des éthers, saturée par de l'acide sulfurique et distillée, donne un mélange d'acide formique et d'acide acétique, dont on peut aisément constater la présence en saturant exactement ce mélange acide par de la potasse, le précipitant par le nitrate d'argent et faisant bouillir. Il se produit une abondante réduction d'argent avec dégagement d'acide carbonique, par suite de la décomposition du formiate d'argent, et la liqueur bouillante filtrée donne, par le refroidissement, des cristaux d'acétate d'argent.

» On peut, du reste, constater directement la formation de l'acide acétique dans l'oxydation de l'alcool méthylique, en soumettant le liquide primitif à des distillations fractionnées; les dernières portions, bouillant vers 56 degrés, ne renferment plus que de l'acétate de méthyle.

» Cette transformation de l'alcool méthylique en acide acétique se comprend, du reste, aisément en considérant, comme l'a fait Gerhardt, l'acétyle comme du méthyl-formyle CH^4CO.

» On peut admettre en effet que, sous l'influence de l'oxygène naissant, l'alcool méthylique se transforme d'abord en eau et oxyde de carbone, dont une petite portion se dégage à l'état de liberté, mais dont la majeure partie, se trouvant à l'état naissant, réagit sur une autre molécule d'alcool pour former de l'acide acétique.

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ H \end{matrix}\right\} O + 2O = 2H^2O + CO,$$

$$CO + \left.\begin{matrix} CH^3 \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} CH^3\,CO \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

» Quant au résidu de la distillation de l'alcool méthylique oxydé, il renferme de l'acide méthylsulfurique, et j'ai pu constater, comme je l'ai fait pour l'alcool vinique, en opérant à froid et avec de l'acide sulfurique très-

étendu, que la production de cet acide méthylsulfurique était due à l'oxydation de l'alcool et non à l'action directe de l'acide sulfurique.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes expériences sur l'oxydation de la glycérine. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De la flamme du soufre et des diverses lumières utilisables en photographie.* Note de MM. **Alf. Riche** et **Ch. Bardy**, présentée par M. Peligot.

(Commissaires : MM. Peligot, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« MM. Delachanal et Mermet ont publié dans les *Comptes rendus* (1) une Note très-intéressante, dans laquelle ils donnent la description d'une lampe à sulfure de carbone et à bioxyde d'azote, qui produit d'une manière continue une lumière très-photogénique, qu'on n'avait obtenue jusqu'à ce jour que d'une façon intermittente et pendant quelques instants. Elle consiste essentiellement en un flacon de verre renfermant du sulfure de carbone, dans lequel on dirige un courant de bioxyde d'azote, et en un tube métallique, rempli de paille de fer pour éviter les explosions, tube à l'extrémité duquel on enflamme le mélange.

» Cette question présente un grand intérêt, parce que l'agrandissement des épreuves photographiques s'opère fréquemment au moyen des lumières artificielles, que c'est seulement à leur aide qu'on peut reproduire des scènes de nuit, des localités obscures, et qu'il est des pays, encore moins favorisés du soleil que le nôtre, où, pendant une grande partie de l'année, la lumière naturelle est insuffisante; aussi comprend-on que cette publication ait été traduite immédiatement dans plusieurs recueils anglais. Elle a été suivie de critiques dans lesquelles on prémunit les opérateurs contre les dangers d'explosion que présente cet appareil.

» Ces considérations, dont nous avions été frappés nous-mêmes, nous ont donné la pensée d'examiner ce sujet à nouveau, de chercher les moyens de parer à ces dangers, soit en modifiant la manière d'opérer, soit en supprimant l'emploi du sulfure de carbone, et de comparer entre elles les diverses flammes qui, par leur éclat ou par leur nature, impressionnent les sels d'argent.

» I. Nous sommes partis de cette idée toute naturelle que la flamme au sulfure de carbone et au bioxyde ne doit pas sa puissance photogénique au charbon qui brûle avec une flamme

---

(1) Tome LXXIX, page 1078.

blanc jaunâtre, mais au soufre, dont la lumière de combustion est d'un *bleu très-pur*. Pour réaliser cette idée, nous avons fondu du soufre dans un têt en terre de 5 centimètres de diamètre et, quand il a été embrasé, nous avons dirigé sur le bain un jet, aussi vertical que possible, d'oxygène contenu dans un gazomètre, au moyen d'un tube à gaz légèrement effilé : nous avons produit ainsi une flamme bleue continue qui a vivement impressionné le bromure d'argent, comme on le verra dans le tableau qui contient nos résultats comparés.

» Si l'on chauffe dans un têt du nitrate de potasse à la température à laquelle il commence à se décomposer, et qu'on y projette des fragments de soufre, la lumière est très-éclatante, mais *blanche* et douée d'une activité photogénique moindre que la précédente.

» II. Nous avons substitué, dans une seconde expérience, le sulfure de carbone au soufre en dardant le jet d'oxygène sur le sulfure allumé dans le têt. Ce liquide entre en caléfaction et brûle sans explosion avec une lumière bleue, analogue à la précédente.

» III. Nous avons remplacé, dans un troisième essai, l'oxygène par le bioxyde d'azote. L'opération était disposée comme les deux premières ; le gaz était dans le gazomètre où nous avions auparavant l'oxygène ; le tube abducteur et le têt étaient les mêmes. La lumière obtenue a la même apparence que les précédentes, mais nous verrons plus loin que sa puissance photogénique est moindre.

» Il est clair qu'il n'y a pas d'explosion à redouter quand on opère de cette manière avec le sulfure de carbone, parce que les corps réagissants ne sont pas enfermés dans un appareil, et que le jet d'oxygène ou de bioxyde d'azote rencontre le sulfure à la surface d'un bain largement étalé à l'air.

» On comprend toute l'importance de la substitution de l'oxygène au bioxyde d'azote, soit parce que ce gaz est plus facile à préparer et plus économique, soit parce qu'il ne donne pas de vapeurs dangereuses à respirer.

» IV. Nous nous sommes proposé ensuite de comparer, autant que possible, les lumières précédentes, obtenues sans risque d'explosion, avec la lumière donnée par un courant d'oxygène ou de bioxyde d'azote sur du sulfure de carbone enfermé dans un vase.

» Le gaz, après avoir traversé un flacon rempli de pierre ponce imprégnée de sulfure de carbone, passait à travers un long tube en verre contenant de la paille de fer, puis il était allumé à l'extrémité d'un tube métallique d'un calibre plus fort que le tube des expériences précédentes par lequel on dardait l'oxygène ou le bioxyde.

» Nous avions pris, avec l'oxygène, la précaution d'entourer le flacon et le tube avec des tapis, précaution qui ne fut pas inutile, car dès qu'on approcha le feu la flamme rétrograda dans l'appareil, qui vola en éclats, et le sulfure de carbone prit feu.

» L'expérience réussit parfaitement avec le bioxyde d'azote et le sulfure de carbone, et le bromure d'argent fut vivement impressionné, mais avec une intensité moindre que dans l'expérience de combustion du soufre par l'oxygène (expérience I). Toutefois nous ferons remarquer que cette expérience n'est pas comparable aux précédentes comme celles-ci le sont entre elles, parce que la forme des flammes est différente et que le débit du mélange gazeux a pu être entravé par la paille de fer et par la pierre ponce, effet que nous avions voulu contre-balancer en augmentant le calibre du tube de dégagement.

« Nous avons enfin comparé les flammes au soufre et au sulfure de carbone avec la lumière oxyhydrique obtenue en carburant le gaz de l'éclairage avec du pétrole léger, avec

la lumière Drummond, celle du magnésium, et la lumière que donne le zinc fortement chauffé dans un jet d'oxygène.

» Pour apprécier l'activité chimique de ces lumières, nous avons exposé à leur action, dans des conditions identiques, les excellentes glaces sèches au bromure d'argent fabriquées par M. Stebbing, qui a bien voulu préparer pour nous une grande glace qu'il a découpée en lamelles de 2 centimètres de largeur sur 10 centimètres de longueur.

» Les expériences définitives, dont le tableau suivant résume les résultats, ont été faites toutes le même soir. Les plaques sensibles étaient à 50 centimètres de la source de lumière, et l'exposition durait soixante secondes que l'on mesurait avec un chronomètre.

» Les plaques sensibles étaient enfermées dans un châssis, sous un écran formé de dix feuilles de papier ciré superposées, de 2 centimètres de large et de longueur variable. L'une avait 10 centimètres, et, par conséquent, elle recouvrait exactement la plaque sensible; la deuxième en avait 9, la troisième 8, et ainsi de suite, de telle sorte que la dixième feuille n'avait que 1 centimètre de longueur. Ces feuilles étaient serrées entre une lame de verre d'un côté, et une lame de corne de l'autre; celle-ci portait en noir les chiffres de 1 à 10, disposés à égale distance, de façon que le chiffre 1 fût sous la partie correspondant à une seule feuille, et le chiffre 10 sous la partie correspondant aux dix feuilles superposées.

» On obtient ainsi un écran dont l'opacité est proportionnelle au nombre de feuilles superposées et se trouve indiquée par les chiffres. Si, par exemple, on n'aperçoit, après une expérience, que les chiffres 1 et 2, et que dans une autre on voie les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, on en conclut que la puissance photogénique de la seconde lumière est à celle de la première comme 5 est à 2.

» Toutes les plaques ont été développées ensemble; chaque essai a été exécuté en double. Le tableau suivant résume les principaux résultats :

Nature de la lumière.	Chiffres visibles.	
	Essai n° 1.	Essai n° 2.
Lumière oxyhydrique	1	1
Lumière Drummond	3	3
Zinc brûlant dans l'oxygène	»	4
Lampe à magnésium	5	5
Courant de bioxyde d'azote dans un flacon contenant du sulfure de carbone	6	6
Jet de bioxyde d'azote sur un têt contenant du sulfure de carbone.	6	7
Jet d'oxygène sur un têt contenant du sulfure de carbone	7	7
Jet d'oxygène sur un têt contenant du soufre	8	8

» En conséquence, c'est la lumière obtenue par l'action de l'oxygène sur le soufre qui nous a paru douée de la plus grande activité sur le bromure d'argent, et nous n'hésitons pas à en recommander l'essai dans la pratique. Elle n'offre aucun danger d'explosion. Elle est peu dispendieuse, car elle n'exige qu'un têt en terre où l'on allume du soufre, et un sac rempli d'oxygène, gaz que chacun peut fabriquer aisément chez soi et qui se trouve aujourd'hui dans le commerce.

» On augmentera à volonté la surface de combustion en remplaçant le petit têt dont nous avons fait usage par un vase allongé dans lequel on lancera de l'oxygène par plusieurs becs pris sur un même tube de métal.

» Ce procédé présente un inconvénient commun à toutes les méthodes au sulfure de carbone : c'est l'odeur suffocante du gaz sulfureux. Cet inconvénient s'évite facilement dans un laboratoire où l'on se place sous la hotte d'une cheminée; il n'est pas à craindre dans les localités spacieuses, mais il faut compter avec lui dans un appartement ordinaire. On y remédiera en disposant au-dessus du vase un large entonnoir communiquant avec une cheminée par un tuyau dans lequel on détermine un appel par une lampe ou un bec de gaz placé dessous un tube latéral, ou mieux en opérant la combustion dans une cage vitrée mise en communication avec une cheminée. »

M. Haton de la Goupillière soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Puiseux, un Mémoire intitulé « Développoïdes directes et inverses, d'ordres successifs ».

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Puiseux.)

M. H. de Kérikuff adresse une Note intitulée « Sur la constance de la réfraction apparente, quels que soient les mouvements de la source lumineuse et du corps réfringent ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. W. de Maximovitch adresse une Note portant pour titre « Exemples pour servir d'application à la réduction des équations aux différences partielles à des équations différentielles ordinaires ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Déclat** adresse, pour le Concours du prix de Médecine et Chirurgie, une nouvelle Note relative au traitement du charbon.

(Renvoi à la Commission.)

M. **D. Lontin** adresse une nouvelle Note relative aux modifications apportées par lui aux machines dynamo-électriques, et à la machine de M. Gramme, en particulier.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Jamin, Bréguet.)

M. **Lecareux** adresse une Note relative à un traitement de choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **E. Anninos** adresse un Mémoire relatif à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

MM. **Hemmerich**, **Bourquelot**, **Chaperon**, **Heyduck**, **Robinson** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** annonce à l'Académie qu'il met à sa disposition une nouvelle somme pour les expériences relatives au Phylloxera.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Le premier volume de la collection des « Ports maritimes de France », publiée par le Ministère des Travaux publics (t. I, de Dunkerque à Étretat);

2° Une Notice biographique sur les travaux de feu J.-B.-J. d'Omalius d'Halloy;

3° La collection des Rapports officiels du Dr *J. Guyot*, sur la viticulture des différentes régions de la France, en onze fascicules. Cet ouvrage, devenu rare dans la librairie, est offert par M. Larrey, comme pouvant être utile aux recherches actuelles sur la question du Phylloxera.

MM. E. **Bertin**, A. **Ollivier**, **Byasson**, **Woillez**, J. **Vesque** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance solennelle.

L'Académie reçoit une nouvelle Lettre de MM. **André** et **Angot**, du 4 novembre 1874, annonçant leur installation définitive à Nouméa, pour l'observation du passage de Vénus.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie des documents qui lui sont adressés par M. le Consul de France à Manille, sur l'observation du passage de Vénus, faite à l'Observatoire de l'Athénée municipal, par les R. P. jésuites. M. le Consul, en adressant les résultats numériques des observations, tels qu'ils sont fournis par un journal de la localité, annonce l'envoi prochain de dix épreuves photographiques, obtenues pendant le passage.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur l'observation du passage de Vénus.* Extrait d'une Lettre de M. **Héraud** (1) à M. Dumas, Président de la Commission.

« Saïgon, 18 décembre 1874.

» J'ai l'honneur de vous rendre compte de l'observation du passage de Vénus, faite à l'Observatoire de Saïgon.

» L'opération a été favorisée par un beau temps que je n'osais plus trop espérer, car les pluies avaient repris d'une façon inattendue dans les premiers jours de décembre, et de plus, depuis le jour de l'observation, le temps est resté constamment couvert; mais la journée du 9 et la nuit précédente ont été belles, la nuit suivante assez belle, et l'état des chronomètres a été déterminé sans indécision.

» Je me bornerai aujourd'hui à vous rendre compte de l'observation du passage proprement dite; je fais recopier pour les adresser les observations faites à la lunette méridienne, et je joindrai à ce second envoi les renseignements et les dessins qui me paraîtraient de nature à intéresser la Commission du passage de Vénus.

(1) Conformément au désir exprimé par plusieurs Membres de l'Académie, en insérant en entier le très-intéressant rapport de M. Héraud, nous avons supprimé l'indication des instants précis de l'entrée et de la sortie. Ces documents importants seront réunis aux résultats obtenus dans les autres stations et la Commission du passage de Vénus déterminera l'époque et le mode de publication.

» Quelques jours avant l'observation, j'avais pu m'adjoindre comme collaborateur M. Bonifay, enseigne de vaisseau, qui m'a prêté le concours le plus utile dans les déterminations préliminaires, et a fait l'observation des contacts avec une petite lunette appartenant au Dépôt de la Marine.

» L'observatoire de Saïgon a été bâti en 1862, pour les besoins de l'hydrographie ; sa situation alors excellente laisse aujourd'hui à désirer, par suite du développement de la ville, mais tel qu'il est, il offre un avantage peu commun en Cochinchine, c'est une stabilité éprouvée. Il comprend deux pièces juxtaposées : à l'ouest, une petite salle méridienne très-bien aérée; à l'est, une salle de chronomètres, recouverte par une voûte formant terrasse, à 6 mètres au-dessus du sol et à 16 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. C'est sur cette terrasse que j'ai fait monter la lunette de 6 pouces que la Commission a bien voulu m'envoyer.

» La longitude et la latitude de l'Observatoire ont été l'objet de plusieurs déterminations concordantes ; le Bureau des Longitudes a adopté la position géographique suivante, qui résulte des observations faites en 1869, par mon collègue, M. Hatt :

Latitude......	$10°46'40''$	Nord.
Longitude....	$104°21'00''$ $6^h 57^m 24^s$	Est de Paris.

» Avec les ressources qu'offre l'arsenal de Saïgon, et surtout grâce au concours de M. Dupré, ingénieur des Constructions navales, j'ai pu réaliser assez simplement une monture équatoriale pour la lunette. L'axe horaire a été emprunté à un télescope d'Eichens, que la colonie possède, et qui s'est trouvé malheureusement en trop mauvais état pour pouvoir être employé; l'axe de déclinaison en bronze a été fondu et tourné dans l'arsenal, il fait corps avec un collier saisissant, non pas directement la lunette, ce qui ne l'eût soutenue que par un point et eût provoqué des flexions, mais une caisse rectangulaire formant une double enveloppe et embrassant la lunette en deux points voisins des extrémités. Des contre-poids assurent l'équilibre du système dans une position quelconque; l'axe de déclinaison peut être rendu immobile par un écrou et une rondelle, placés à l'opposé de la lunette. Les coussinets de l'axe horaire sont supportés par deux fortes pièces de bois verticales fixées sur la plate-forme de la terrasse, et dont la direction relative et les hauteurs sont telles, que l'axe horaire est autant que possible parallèle à l'axe du monde. La pièce empruntée au télescope se trouve beaucoup plus forte qu'il n'eût été nécessaire, ce qui a

conduit à rendre la monture très-massive : elle n'en est que plus stable ; elle est entièrement exempte de vibrations, et par la disposition des contre-poids elle est très-maniable.

» Des montants disposés autour de la terrasse supportent des rideaux de toile flottante qui isolent l'observateur sans entraver entièrement la circulation de l'air. Ces rideaux ne s'élèvent, d'ailleurs, qu'à 2 mètres au-dessus de la plate-forme et, comme le centre de la lunette est à $2^{m},50$, celle-ci se trouve presque entièrement à l'air libre. Une toile mobile formant tente permet d'abriter, quand on n'observe pas, la lunette dont les extrémités sont en outre protégées par de fortes capotes en toile.

» Vers le 15 novembre cette installation était terminée, et je pouvais m'exercer au maniement de la lunette; je constatais qu'elle était d'un usage fort commode. Et en effet, si, après l'avoir dirigée sur le Soleil, on fixe l'axe de déclinaison, il suffit de la soulever ou de l'abaisser avec la main, ce qui se fait sans effort, pour qu'elle suive l'astre et même la partie de son limbe qui a été visée.

» Je faisais en même temps des essais pour argenter l'objectif. Avant de quitter Paris, en novembre 1873, j'avais dû à l'obligeance de MM. Wolf, Martin et Eichens, de voir argenter, à l'Observatoire de Paris, un miroir de télescope; ici, j'ai trouvé chez M. Égasse, pharmacien en chef de l'hôpital, un concours dévoué et bien nécessaire pour des manipulations avec lesquelles je suis peu familier. Nous étions arrivés, non pas à des résultats parfaits, mais à des résultats peut-être suffisants, quand, en essayant l'objectif demi-argenté, je me suis trouvé en présence d'une difficulté imprévue. Les deux verres colorés qui accompagnent la lunette sont très-foncés, surtout avec de forts grossissements; et il m'est arrivé dans ces essais, quand il y avait de légers nuages, circonstance très-fréquente ici, de ne pouvoir regarder le Soleil ni à travers la demi-argenture toute seule, parce que l'éclat était trop vif, ni en employant le plus clair des verres bleus, parce que l'image était éteinte, et cela avec une couche d'argent très-faible. Comme d'ailleurs cette argenture ne me satisfaisait pas pleinement, que je redoutais de fatiguer l'objectif en le soumettant à des épreuves réitérées, je me suis décidé, non sans regret, à supprimer la couche d'argent. Je gagnais à cela l'avantage de pouvoir mettre la lunette au point sur les étoiles, ce qui est bien plus précis que d'employer les taches du Soleil; je remarquais que le point une fois pris sur les étoiles donnait des images nettes de taches, et cependant si, en déplaçant l'oculaire, je cherchais sur les taches mêmes la position donnant la plus grande netteté, je tombais tantôt en deçà, tantôt

au delà du premier point. Il ne m'était pas possible d'employer le procédé plus exact de la mise au point au moyen d'un réticule maintenu dans le plan focal. Les oculaires de la lunette sont négatifs, et, par suite, elle ne peut recevoir un réticule indépendant de l'oculaire. Je me suis borné en conséquence à rechercher la position du tube de l'oculaire, donnant pour une étoile l'image la plus réduite possible; j'ai renouvelé l'opération bien souvent, avec des étoiles placées à diverses hauteurs, et j'ai obtenu un point presque invariable, que j'ai vérifié le matin même de l'observation.

» L'image, bien nettement frangée, que j'ai obtenue pour Vénus, me fait penser que cette position de l'oculaire, qui était déterminée sur le minimum d'aberration, ne différait pas notablement de la position correspondant au vrai plan focal.

» Pour le grossissement, je m'étais arrêté dès le début à l'oculaire donnant le chiffre 155, avec des grossissements supérieurs; les images étaient très-ondulantes et peu nettes.

» Les différentes circonstances du phénomène, calculées pour Saïgon avec les données de la *Connaissance des Temps*, forment le tableau suivant :

			Heures T. moyen de Saïgon.	Angle pôle.	Angle zénith.	Hauteur du Soleil.	Azimut du Soleil.
			h m s	° ′	° ′	° ′	° ′
Entrée.	1er bord.	8 déc.	20.57,2	50. 4 NE	106.42 E	35.35	S 51.26 E
	2e bord.	»	21.24,0	44.10 NE	95.17 E	40.35	S 46.55 E
Sortie.	1er bord.	9 déc.	1.08,9	15.38 NO	46.31 O	51.36	S 28.53 E
	2e bord.	»	1.36,5	21. 9 NO	61.21 O	42.19	S 37.16 E

» Ces chiffres m'avaient été très-utiles pour faire disposer la lunette de manière que sa position fût la plus commode possible au moment de l'entrée et de la sortie.

» M. Bonifay s'était établi dans le jardin à 20 mètres à l'ouest de l'Observatoire, sa petite lunette, montée en altazimut, reposant sur une table massive, et pendant les jours qui ont précédé l'observation définitive nous cherchions à l'heure même des contacts, quand le Soleil était visible, à bien placer les lunettes, et en même temps nous exercions les aides qui devaient enregistrer les tops à suivre l'heure sur les chronomètres et à l'inscrire. Toutes les précautions avaient été prises pour que nous ne fussions point troublés.

» La nuit du 8 décembre avait été très-belle. Entre 5 et 6 heures du matin je pouvais rectifier le point de la lunette sur la dernière étoile brillant dans le ciel, c'était l'Épi de la Vierge; Jupiter en était très-proche et

j'obtenais des images très-nettes de la planète et de ses satellites. A 7 heures la lunette pointée sur le Soleil donnait des images très-calmes.

» Le ciel était un peu teinté de blanc et parsemé de légers nuages; aucun de ceux-ci n'est venu voiler le Soleil, dont l'éclat est resté invariable pendant les observations. La pluie des jours précédents avait rabattu la poussière que je redoutais beaucoup; une rosée abondante s'était déposée pendant la nuit, le temps était presque calme et seulement rafraîchi par une légère brise du nord-est. La température extérieure à l'ombre s'est maintenue entre 23 et 26 degrés; dans l'enceinte en toile de la terrasse, elle a atteint jusqu'à 36 et 37 degrés. Le baromètre a donné de 759 à 761 millimètres.

» Une demi-heure avant l'entrée nous comparions les chronomètres destinés à l'observation à la pendule sidérale et à trois bons chronomètres suivis depuis plusieurs jours. La même opération a été répétée après l'entrée ainsi qu'avant et après la sortie. Les états déduits de ces comparaisons pour les chronomètres sur lesquels ont été donné les tops sont très-concordants, et l'on peut attendre que l'erreur sur l'heure absolue n'atteint pas $\frac{1}{3}$ de seconde.

» Pendant l'observation, chacun de nous donnait des tops et dictait des indications sommaires qui ont été complétées tout de suite après. C'est d'après ces notes que nous avons rédigé les procès-verbaux des observations, en nous efforçant de décrire le mieux possible ce que nous avions vu.

» Je transcris ces deux procès-verbaux; les heures sont données en temps moyen de Saïgon.

Observation de M. HÉRAUD.

(Objectif de 160 millimètres; grossissement, 155.)

« *Entrée.* — Quelques minutes avant l'heure calculée du premier contact, la lunette est dirigée sur le Soleil; les images de taches sont assez calmes, mais le bord un peu ondulant. En tenant compte de l'étendue du champ et de la direction est et ouest donnée par le mouvement de la lunette autour de l'axe horaire, je place au milieu du champ la partie du limbe où doit se faire l'entrée.

» Un léger trouble se manifeste sur le limbe et une minute après l'heure calculée, à $20^h 58^m$, l'échancrure est très-visible; je la place et la maintiens au milieu du champ. L'image est très-nette, noire, d'une teinte uniforme, depuis le centre jusque très-près des bords où une ligne de franges très-régulières donne à l'échancrure comme une apparence de creux; la séparation des franges et de l'image noire me paraît peut-être plus nette que celle des franges et de l'image lumineuse du Soleil.

» A $21^h 17^m$, la planète étant déjà entrée de plus de deux tiers, je remarque que la partie

extérieure de son limbe est nettement indiquée par un filet lumineux pâle qui, réuni aux franges de l'image intérieure, dessine un rond parfait. Ne m'attendant pas à ce phénomène, je ne puis noter l'instant précis de son apparition; l'heure ci-dessus est donnée à 1 minute près.

» L'échancrure s'arrondit de plus en plus, je suis le rapprochement régulier des pointes brillantes du croissant solaire; à un moment donné, ces pointes me paraissent immobiles. Je ne vois plus la petite auréole extérieure, la partie noire de l'échancrure me paraît absolument ronde et tangente à la ligne fictive qui fermerait le bord du Soleil. Je donne un top et, perdant de vue les franges, je crois un moment que le contact s'est produit et qu'il est perturbé par la goutte noire. Je regarde avec attention, et 20 secondes plus tard je note l'apparition entre l'image noire et le fond du ciel d'une lueur très-pâle teintée de noir en son milieu; cette lueur, qui arrive comme une transition entre l'obscurité et la lumière, s'agrandit et s'anime, et, en même temps, la petite tache noire devient plus petite. Je la signale comme formant une sorte de pont obscur entre le bord des astres qu'elle laisse cependant distincts; elle disparaît presque aussitôt, et le filet lumineux est dépouillé de tout trouble, les franges reprennent leur netteté autour de la planète. Les phénomènes de l'entrée sont accomplis. . . . .

. . . .

» *Sortie.* — Les images sont moins calmes que dans la matinée, mais encore nettes; l'image de la planète est toujours bien frangée.

» La planète se rapprochant de plus en plus, je suis attentivement le filet lumineux. Je signale successivement l'apparition d'un filet lumineux très-faible, puis celle d'un filet lumineux presque nul. Le filet très-pâle est teinté de noir comme dans la matinée, et ressemble à ce qu'il était lors de son apparition à l'entrée; mais je n'ai pas revu le ligament plus net signalé dans la première observation. Toute apparence lumineuse disparaît : c'est l'*instant du contact;* la partie noire de l'image de Vénus est à une distance appréciable du bord du Soleil; peu d'instants après, cette distance me paraît nulle, et l'échancrure noire semble tangente au bord du Soleil; les cornes du croissant s'éloignent, mais sans prendre tout de suite l'acuïté qui correspond à une intersection géométrique; je les signale comme étant un peu émoussées, et ce n'est que trente-trois secondes plus tard que l'échancrure me paraît bien nette.

» Je ne vois plus à la sortie le limbe lumineux extérieur; la séparation des astres s'opère sans présenter de phénomène particulier; l'échancrure diminue graduellement et, autant que les ondulations du bord du Soleil me permettent de l'apprécier, je constate sa disparition totale. . . . .

. . . .

Observation de M. Bonifay.

« La lunette dont je me suis servi est de la maison Secrétan; elle a un objectif de 55 millimètres d'ouverture et un grossissement de 63.

» La mise au point sur les étoiles et sur les taches du Soleil s'opérait sans difficulté et donnait des images très-nettes. C'est cette mise au point qui a été adoptée pour l'observation.

» J'ai pu, après l'observation, déterminer, avec la lunette méridienne prise comme collimateur, la mise au point sur le plan focal. Elle exigeait que le tube de l'oculaire fût légèrement moins enfoncé que la mise au point sur le cercle maximum d'aberration.

» L'observation a été faite, dans le jardin de l'Observatoire, avec cette lunette, montée en altazimut, sur une table massive, à 20 mètres à l'est de l'Observatoire.

» *Entrée.* — Quand la planète se projette sur le Soleil, je constate que l'image est noire, de teinte parfaitement uniforme et à contours très-nets; elle conserve ce même aspect pendant toute l'observation.

» A $21^h 18^m$, temps moyen de Saïgon, le contour de Vénus extérieur au disque solaire s'illumine légèrement, à commencer par le bas de l'image, qui reste constamment plus visible que le haut. La circonférence planétaire paraît ainsi complétée d'une manière très-visible sur le ciel par cet arc lumineux qui semble la continuer exactement.

» Cet effet subsiste quand la planète avance; peu à peu le disque solaire, entre les bords voisins des deux astres, devient de plus en plus obscur à côté du futur point de contact. Quand le moment du contact approche, on ne distingue plus le bord du Soleil, qui jusqu'alors se prolongeait nettement jusqu'au disque planétaire; les deux cornes de l'échancrure sont séparées de Vénus par un intervalle obscur; mais je continue à voir le bord de la planète, qui reste légèrement lumineuse. Cette circonférence lumineuse me paraît tangente au bord du Soleil, prolongé par la pensée dans l'ombre; c'est le moment qui me semble être celui du contact. La planète s'éloigne du bord du Soleil, laissant obscur l'intervalle qui les sépare; un filet lumineux vient compléter la circonférence du Soleil en réunissant les deux cornes de l'échancrure; l'ombre qui persiste entre Vénus et le Soleil n'est complétement dissipée que vingt-trois secondes plus tard.. . . . .

» *Sortie.* — Les images sont ondulantes; néanmoins, comme le matin, les contours de la planète sont bien tranchés; sa teinte est uniformément noire. Quand Vénus s'approche du Soleil, une ombre s'étend entre les deux astres; le bord du Soleil se rompt en deux cornes au point où doit s'effectuer la sortie, et les contours des deux astres en ce point deviennent invisibles. Je ne puis juger du moment du contact qu'en l'appréciant de mon mieux, en continuant par la pensée les parties invisibles des circonférences; de même, dans une observation au sextant d'une hauteur de Soleil, si le bout de l'astre est en partie masqué par un petit nuage, il arrive qu'on cherche à obtenir le contact au juger.

» Quand la planète commence à émerger, j'examine si sa circonférence devient lumineuse, comme le matin : le phénomène ne paraît pas se reproduire. L'échancrure diminue de plus en plus; peu à peu les ondulations du Soleil rendent son observation difficile, elle devient enfin invisible.. . . . .

» Je n'ajouterai que quelques remarques à ces descriptions, que nous nous sommes efforcés de faire exactes et minutieuses.

» Ce qui nous a le plus frappés, c'est l'apparition inattendue pour nous d'une auréole lumineuse dessinant extérieurement le limbe de Vénus avant l'entrée complète. On peut dire que cette apparition s'est faite en même

temps pour les deux observateurs. M. Bonifay a remarqué que cette auréole était un peu plus large dans sa partie inférieure; je n'ai pas noté ce détail, mais j'ai bien le souvenir que, en effet, cet arc lumineux n'avait pas une épaisseur partout égale et qu'il ressemblait à un croissant extrêmement mince. Pour M. Bonifay, l'arc lumineux a persisté jusqu'au moment du contact et peut-être jusqu'après ce moment, tandis que pour moi il avait disparu; je dois dire que, préoccupé de l'observation du contact, j'avais un peu perdu de vue la petite auréole, et je n'ai pas noté l'instant de sa disparition; ce que je peux dire, c'est que je ne la voyais plus au moment où, les cornes du croissant ne bougeant plus, j'ai donné mon premier top. A la sortie, le phénomène ne s'est plus reproduit ni pour l'un ni pour l'autre.

» Pendant le reste de l'observation, nous n'avons eu à noter que des phénomènes prévus.

» Le bord bien nettement frangé, obtenu pour Vénus après la mise au point sur les étoiles, me fait penser que la grande lunette était à peu près exempte d'aberration, et je ne crois pas cependant avoir complétement échappé aux perturbations qui masquent le contact, surtout à l'entrée; l'apparition du filet lumineux a été pour ainsi dire graduelle; de plus, comme je l'ai dit dans le procès-verbal, la séparation de l'image noire et des franges était plus nette, aussi nette au moins que la séparation des franges et de l'image lumineuse du Soleil, et j'ai eu quelque peine à me défendre de considérer comme le bord de Vénus la limite de l'image noire, d'autant plus que ces franges n'ont reparu que très-lentement au point où le contact s'était fait; et c'est ainsi que j'avais noté d'abord à l'entrée le moment où la partie noire de l'échancrure me paraissait ronde et tangente au Soleil.

» A la sortie, la disparition du filet lumineux a été plus nette que ne l'avait été son apparition à l'entrée; au moment où elle s'est produite, la distance de la partie noire de l'image au bord du Soleil représentait bien l'épaisseur des franges, et j'ai encore noté, du reste, l'instant où cette distance m'a paru nulle.

» M. Bonifay me semble s'être trouvé en présence de tous les phénomènes perturbateurs à l'entrée et à la sortie; on ne pouvait que s'y attendre, d'après les dimensions de sa lunette, dont l'objectif n'a que 55 millimètres. Cette petite lunette est très-claire : elle a donné pour Vénus une image noire, tranchée, exempte de franges et même plus satisfaisante à l'œil que l'image de la grande lunette. Après l'observation, en vérifiant

son point sur un collimateur, nous avons obtenu une position légèrement différente de celle qu'avaient donnée les étoiles.

» Quant aux chiffres obtenus, chacun de nous a noté deux phases principales, et cela devait être. Opérant avec des instruments ne remplissant pas toutes les conditions reconnues nécessaires, nous devions nous croire exposés à ne voir apparaître ou disparaître le filet lumineux qu'à un intervalle de temps appréciable du contact réel; nous étions préoccupés naturellement de rechercher dans la forme de l'échancrure, dans sa position par rapport au Soleil, des manifestations du contact autres que l'apparition ou la disparition du filet lumineux exposées aux perturbations.

» C'est ainsi que M. Bonifay a donné pour l'heure du premier contact intérieur celle où le filet lumineux extérieur de Vénus, qu'il voyait encore, lui a paru continuer le bord du Soleil, et que, de mon côté, je notais l'instant où, les cornes cessant de se rapprocher, la partie noire de Vénus (j'avais un peu perdu les franges de vue) me paraissait toucher le bord du Soleil, et dans cette appréciation il fallait compléter par la pensée les bords des deux astres au voisinage du point du contact, ce qui ne comporte pas une certitude absolue. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Lettre de* M. N. **Lockyer** *à M. Dumas, concernant les préparatifs de l'expédition envoyée par la Société royale de Londres, pour l'observation de la prochaine éclipse totale du Soleil.*

« Londres, 22 janvier.

» Nous préparons l'expédition relative à l'observation de l'éclipse totale du Soleil, pour laquelle des fonds ont été mis à la disposition de la Société royale. Son Comité aurait envoyé de suite une invitation à M. Janssen, si l'on n'avait pas dit ici qu'il devait observer à Hué. Dans cet état de choses, j'ai reçu mission du Comité pour vous prier de lui demander de se joindre à notre expédition, s'il se propose d'aller observer à Siam. Nous nous sommes assuré, sur le rapport du consul, que les agitations survenues à Siam ont le caractère d'une simple querelle de famille. En tous cas, l'un des navires de la reine protégera la mission, qui arrivera à Singapoor vers le 20 mars. La mission prendra terre probablement sur la côte est de la péninsule Malacca, à 13° 3′ N. latitude. Si cela est nécessaire, elle restera sous la protection des canons du navire.

» Vous serez peut-être bien aise de communiquer à l'Académie ce que nous nous proposons de faire. Toutes les observations consisteront en photographies du spectre de la chromosphère et de l'atmosphère coronale,

principalement en vue de déterminer la constitution chimique de cette dernière. La méthode qui m'a permis de prendre plusieurs spectres sur la même plaque donnera le moyen de photographier le spectre solaire après la totalité, comme échelle, et nous obtenons déjà, dans mon laboratoire, des photographies du spectre solaire, confrontées avec les spectres du chlore, de l'azote, du carbone, etc.; elles seront emportées par la mission, pour aider aux déterminations. Il y a des raisons de penser que la lumière de l'atmosphère coronale est riche en rayons ultra-violets; en conséquence, nous nous servons de lentilles et de prismes de quartz; nous espérons, par cette précaution, obtenir de bonnes épreuves permanentes.

» Mes idées, que vous avez bien voulu communiquer à l'Académie, il y a quelque temps, se fortifient et mènent à beaucoup d'intéressantes recherches, qui se rapportent au développement chimique du système solaire, et indiquent que les planètes tendent à devenir plus métalliques à mesure qu'elles sont plus rapprochées du Soleil. »

ANALYSE. — *Sur l'élimination. Calcul des fonctions de Sturm par des déterminants.* Note de M. H. LEMONNIER.

« I. — Dans la Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 11 janvier courant, j'ai formulé, avec les conditions requises pour que deux équations entières $Fx = 0$, $fx = 0$ aient p racines communes, une règle pour la formation de l'équation qui donne ces racines, ou celle du plus grand commun diviseur D des deux polynômes Fx, fx.

» Si, dans les $m - p + 1$ équations du théorème II, toutes du degré $m - 1$ au plus, m étant $>$ ou $= n$, on écarte la dernière, les autres donnent D sous une forme qui n'est autre, à un facteur près indépendant de x, que celui auquel mène le procédé classique, de sorte qu'on a le théorème suivant :

» *Les équations indiquées* (théorème II) *étant ordonnées par rapport aux puissances décroissantes de x, on forme le reste de la première division dans la recherche ordinaire de* D, *en donnant pour coefficient à x^{n-1} le déterminant des coefficients de x^{m-1}, x^{m-2},..., x^{n-1} dans les $m - n + 1$ premières de ces équations, puis en prenant pour coefficients de x^{n-2},..., x^0 les déterminants qui se déduisent de celui-là par le changement, tour à tour, des coefficients de x^{n-1} en ceux de x^{n-2}, x^{n-3},....*

» La même règle, en prenant une équation de plus, donne le polynôme du degré $n - 2$, et ainsi de suite.

» Au cas de $m > n$, les équations à considérer étant ainsi

$$fx = 0, \quad xfx = 0, \ldots, \quad x^{m-n-1}fx = 0,$$

puis

$$\frac{Ax^{m-n} + \ldots + A_{m-n}}{a} = \frac{A_{m-n+1}x^{n-1} + \ldots + A_m}{a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{n-1}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

qu'on développe, sans supprimer aucun facteur en x, en

$$bx^{m-1} + b_1 x^{m-2} + \ldots + b_m = 0,$$
$$cx^{m-1} + c_1 x^{m-2} + \ldots + c_m = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

les polynômes dont il s'agit seront

$$R_1 = \begin{vmatrix} 0\ldots & 0 & a & a_1 \\ 0\ldots & a & a_1 & a_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a & a_1 & \ldots & a_{m-n} \\ b & b_1 & \ldots & b_{m-n} \end{vmatrix} x^{n-1} + \begin{vmatrix} 0\ldots & a & a_2 \\ 0\ldots & a_1 & a_3 \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ a\ldots & a_{m-n-1} & a_{m-n+1} \\ b\ldots & b_{m-n-1} & b_{m-n+1} \end{vmatrix} x^{n-2} + \ldots$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

» Si l'on poursuit le calcul de ces polynômes jusqu'à en trouver un qui soit nul ou constant, dans le premier cas, le précédent sera le plus grand commun diviseur; dans le second, les deux polynômes seront premiers entre eux.

» Lorsque, en formant les équations de départ, on a le soin de porter les termes au premier membre sans changement de signe dans l'ensemble, en ne supprimant, s'il y a lieu, que des facteurs numériques positifs, si deux polynômes consécutifs R_p, R_{p+1} ont des degrés qui diffèrent d'une unité, le polynôme suivant est, à un facteur près positif, le reste que donnerait la division du premier par le second, mais changé de signe.

» Par exemple, si l'on a $Fx = Ax^m + \ldots$, et $fx = ax^{m-1} + \ldots$, le reste de la division contient le terme $+ A_2$, tandis que le terme correspondant est, pour R_1, $- A_2 a^2$, dans le coefficient de x^{m-2}.

» D'ailleurs, si la règle qui donne R_1 s'applique à fx et R_1, puis à R_1 et $R_2, \ldots$, les résultats qu'on obtient ne diffèrent de $R_2, R_3, \ldots$, que par des facteurs positifs. On trouve ainsi

$$R'_2 = a^2 R_2, \quad R'_3 = \begin{vmatrix} a & a_1 \\ Aa_1 & A_1 a_1 + A a_2 - A_2 a \end{vmatrix}^2 R_2, \ldots.$$

» Par où l'on voit que, moyennant la précaution indiquée dans l'établissement des formules fondamentales, les polynômes qui se suivent par degrés consécutifs sont comme les fonctions de Sturm dans le cas général. Les conséquences s'aperçoivent; donc, si l'on a

$$Fx = Ax^m + \ldots, fx = ax^{m-1} + \ldots,$$

et que R_1, R_2, . ., R_k soient les polynômes déduits de là de proche en proche suivant la règle posée, lorsque R_k sera une constante ou une fonction ne changeant pas de signe dans l'intervalle de α à β, il suffira que Fx et fx soient dans le cours de cet intervalle de signes contraires d'un même côté de chaque racine de Fx, et du même signe de l'autre, pour que la différence des deux nombres de variations soit le nombre des racines de Fx comprises entre α et β.

» C'est le théorème de Sturm, quand fx est la dérivée de Fx.

» III. — Les fonctions de Sturm, ou plutôt des fonctions équivalentes, peuvent donc se calculer comme il suit :

» Si l'on pose

$$V = Ax^m + A_1 x^{m-1} + \ldots + A_m,$$

et qu'on désigne la dérivée V_1 de V par

$$V_1 = ax^{m-1} + a_1 x^{m-2} + \ldots + a_{m-1},$$

on développera les équations

$$\frac{Ax + A_1}{a} = \frac{A_2 x^{m-2} + \ldots + A_m}{a_1 x^{m-2} + \ldots + a_{m-1}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

en

$$bx^{m-1} + \ldots + b_{m-1} = 0,$$

$$cx^{m-1} + \ldots + c_{m-1} = 0,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

avec la précaution de porter les termes au premier membre.

» Les fonctions de Sturm reviendront alors à

$$V_2 = \begin{vmatrix} a & a_1 \\ b & b_1 \end{vmatrix} x^{m-2} + \begin{vmatrix} a & a_2 \\ b & b_2 \end{vmatrix} x^{m-3} + \ldots,$$

$$V_3 = \begin{vmatrix} a & a_1 & a_2 \\ b & b_1 & b_2 \\ c & c_1 & c_2 \end{vmatrix} x^{m-3} + \begin{vmatrix} a & a_1 & a_3 \\ b & b_1 & b_3 \\ c & c_1 & c_3 \end{vmatrix} x^{m-4} + \ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» On peut reconnaître que les premiers coefficients sont là

$$A^3 \begin{vmatrix} S_0 & S_1 \\ S_1 & S_2 \end{vmatrix}, \quad A^5 \begin{vmatrix} S_0 & S_1 & S_2 \\ S_1 & S_2 & S_3 \\ S_2 & S_3 & S_4 \end{vmatrix}, \quad A^7 \begin{vmatrix} S_0 & S_1 & S_2 & S_3 \\ S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\ S_2 & S_3 & S_4 & S_5 \\ S_3 & S_4 & S_5 & S_6 \end{vmatrix}, \ldots,$$

et ainsi, pour $A = 1$, les nombres p_μ de M. Borchardt.

» Lorsque, dans la suite des fonctions de Sturm, se calculant par divisions successives, l'abaissement du degré est de plus d'une unité, la correspondance dont nous parlons ne subsiste plus; mais l'application n'en est pas moins exacte.

» Il est à observer que le calcul peut se reprendre comme pour V et V_1, à partir de deux fonctions consécutives dont les degrés se suivent.

» IV. — Si les polynômes Fx, fx ont des coefficients qui soient des fonctions entières de y.

» 1° Lorsque, par l'application de la règle précédente, on aboutit à un résultat indépendant de x, on a, en l'égalant à zéro, l'équation finale en y, concernant l'élimination de x entre $Fx = 0$, $fx = 0$. Pour une valeur de y satisfaisant à cette équation, on obtient toute racine commune en x correspondante par le premier des polynômes précédents, en remontant, dont les coefficients ne s'annulent pas pour cette valeur de y.

» 2° Lorsqu'on aboutit à un résultat nul, le polynôme P qui précède est un plus grand commun diviseur de Fx et fx, compliqué d'un facteur. Il est alors le produit d'un diviseur Y commun à tous les coefficients des différentes puissances de x et d'un polynôme D. Quant à l'équation $Y = 0$, c'est l'équation résultante due à l'élimination de x entre les équations $F_1 x = 0$, $f_1 x = 0$, provenant de la suppression du plus grand commun diviseur D. Si l'on substitue une racine de $Y = 0$ dans les polynômes qui précèdent P, le premier d'entre eux, dont les coefficients ne s'annulent pas à la fois, donne, après avoir été divisé par D, toute racine commune correspondante. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la partition des nombres.* Note de M. **J.-W.-L. Glaisher.** (Extrait.)

« Si l'on forme les dérivations d'une puissance d'une lettre, par exemple de a^4, selon la règle d'Arbogast, savoir :

$$a^4$$
$$a^3 b$$
$$a^3 c,\ a^2 b^2$$
$$a^3 d,\ a^2 bc,\ ab^3$$
$$a^3 e,\ a^2 bd,\ a^2 c^2,\ ab^2 c,\ b^4$$
. . . .

(en omettant les coefficients dont on n'a pas besoin), on sait, d'après un théorème connu (voir CAYLEY, *Phil. Trans.*, 1858, p. 489, etc.), que chaque terme correspond à une partition. Ainsi, en prenant $a = 0$, $b = 1$, $c = 2$, ..., on obtient

$$\begin{array}{l} 0^4 \\ 0^3 1 \\ 0^3 2,\ 0^2 1^2 \\ 0^3 3,\ 0^2 12,\ 01^3 \\ 0^3 4,\ 0^2 13,\ 0^2 2^2,\ 01^2 2,\ 1^4 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ; \end{array}$$

la seconde ligne (la première dérivation) correspond à $0 + 0 + 0 + 1$, ce qui est la seule partition de 1 en quatre parties; la seconde dérivation correspond à $0 + 0 + 0 + 2$ et $0 + 0 + 1 + 1$, qui sont les partitions de 2 en quatre parties; et, généralement, la $x^{ième}$ dérivation donne toutes les partitions du nombre x en quatre parties, zéro n'étant pas exclu comme une partie. De même, si nous prenons $a = 1$, $b = 2$, ..., il est évident que la $x^{ième}$ dérivation de a^4 donne les partitions de x en quatre parties, exclusion faite de zéro. Alors, en représentant le nombre de termes que contient la $x^{ième}$ dérivation de a^4 par 4^x, et le nombre de partitions de x en quatre parties (les nombres employés étant $a, b, c, \ldots$) par $Q^4(a, b, c, \ldots)x$, nous voyons que

$$4^x = Q^4(0,1,2,3,\ldots)\,x = Q^4(1,2,3,4,\ldots)\,(x+4).$$

» En outre, d'après un théorème connu, $Q^n(0,1,2,3,\ldots)x = P(1,2,3,\ldots n)x$, où $P(1,2,3,\ldots n)$ indique le nombre de partitions de x en les n éléments $1,2,3,\ldots,n$, de sorte que, généralement, si l'on considère les dérivations de a^n,

$$n^x = Q^n(0,1,2,3,\ldots)\,x = Q^n(1,2,3,4,\ldots)\,(x+n) = P(1,2,3,\ldots,n).$$

» De cette manière, au moyen des équations aux différences finies, j'ai calculé les valeurs de n^x pour les valeurs 1, 2, 3, 4, 5, 6 de n; ces résultats ne sont pas nouveaux : ils avaient été obtenus autrement, par le développement de la fonction génératrice

$$[(1-t)(1-t^2)(1-t^3)\ldots]^{-1},$$

par M. Cayley (*Phil. Trans.*, 1856, p. 132, et 1858, p. 52). Cependant les mêmes principes peuvent être appliqués au calcul du nombre de partitions qui sont d'une forme donnée (par exemple, de la forme

$\alpha+\alpha+\beta+\gamma$), moins une espèce de partitions qui n'a pas encore été, que je sache, examinée d'une manière particulière.

» Considérons a^2, et soit $2^x(\alpha\beta)$ le nombre des termes de la forme $\alpha\beta$ dans la $x^{ième}$ dérivation. Alors, en écrivant a^2 et ses deux premières dérivations

$$a^2$$
$$ab$$
$$ac,\ b^2,$$

il est évident que $2^2(\alpha\beta) = 1 + 2^0(\alpha\beta)$, d'où il suit que

$$2^{x+2}(\alpha\beta) - 2^x(\alpha\beta) = 1,$$

ou, en posant u_x à la place de $1+\Delta$,

$$(\mathrm{E}^2 - 1)\,u_x = 1,$$

dont la solution est

$$u_x = \tfrac{1}{2}x + \mathrm{A}\alpha^x + \mathrm{B}\beta^x,$$

où α et β sont les racines carrées de l'unité. Cependant la fonction complémentaire peut être écrite sous la forme beaucoup plus convenable $\mathrm{A} + \mathrm{B}(1, -1)\,pcr\,2_x$, en adoptant la notation de M. Cayley, d'après laquelle

$$(\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \mathrm{A}_2, \ldots, \mathrm{A}_{a-1})\,pcr\,a_x$$

signifie $\mathrm{A}_0 a_x + \mathrm{A}_1, a_{x-1} \ldots + \mathrm{A}_{a-1} a_{x-a+1}$, a_x étant une quantité qui égale 1, si x égale un multiple de a, mais qui égale zéro dans tous les autres cas; de sorte que, si x est un multiple de a, $(\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_{a-1})\,pcr\,a_x$ représente A_0; si x divisé par a donne un reste 1, elle représente A_1; si le reste est 2, elle représente A_2, et ainsi de suite. Il y a aussi quelques liaisons entre les coefficients, dont je n'ai point à faire mention ici.

» Après avoir déterminé les constantes au moyen des conditions $2^0 = 0$, $2^1 = 1$, nous trouvons

$$2^x(\alpha\beta) = \tfrac{1}{4}\left[2x + 1 + (-1, 1)\,pcr\,2_x\right],$$

et de la même manière, si $2^x(\alpha^2)$ représente le nombre de termes de la forme α^2,

$$2^x(\alpha^2) = \tfrac{1}{2}\left[1 + (1, -1)\,pcr\,2_x\right].$$

En employant une notation semblable pour les dérivations de a^3, nous avons $3^3(\alpha\beta\gamma) = 3^0(\alpha\beta\gamma) + 2^1(\alpha\beta)$, d'où $3^{x+3}(\alpha\beta\gamma) - 3^x(\alpha\beta\gamma) = 2^{x+1}(\alpha\beta)$,

et l'équation aux différences est

$$(E^3 - 1)\, u_x = \tfrac{1}{4}\left[2x + 3 + (-1,\, 1)\, pcr\, 2_{x+1}\right],$$

d'où

$$u_x = \tfrac{1}{72}\left[6x^2 + 9\,(-1,\, 1)\, pcr\, 2_x + P + (Q,\, R,\, -Q-R)\, pcr\, 3_x\right];$$

en déterminant les constantes par les conditions $3^0 = 0$, $3^1 = 0$, $3^2 = 0$, il vient

$$3^x(\alpha\beta\gamma) = \tfrac{1}{72}\left[6x^2 - 7 + 9\,(-1,\, 1)\, pcr\, 2_x + 8\,(2,\, -1,\, -1)\, pcr\, 3_x\right],$$

formule qui donne le nombre de partitions en trois parties, toutes différentes, d'un nombre $x+3$, les nombres employés étant $1, 2, 3, \ldots$, que nous pouvons représenter par $Q^3(\alpha\beta\gamma)(1,\, 2,\, 3, \ldots)(x+3)$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un point de la théorie des surfaces*. Note de M. **Halphen**.

« Dans une Communication précédente, j'ai établi les relations qui lient les éléments de la courbure de la développée d'une surface en deux points *associés*, c'est-à-dire centres de courbure principaux pour un même point de la surface primitive. Je donne aujourd'hui les relations qui existent entre les éléments de cette courbure et les dérivées partielles du troisième ordre.

» Soit M un point de la surface (M). Les axes de coordonnées seront la normale MZ et les tangentes MX, MY aux lignes de courbure. Je désignerai par des majuscules les coordonnées et les dérivées partielles relatives à un point M' de (M). Soient m le centre de courbure de la section YMZ et mx, mz des parallèles à MX, MY. En y adjoignant la droite MZ, qui passe en m, j'ai trois axes rectangulaires mx, my, mz, auxquels je rapporte les points m' de la nappe (m) de la développée. Les coordonnées et les dérivées partielles correspondantes seront représentées par des minuscules. Soient, de même, μ le centre de courbure de la section XMZ, et $\mu\xi$, $\mu\zeta$ des parallèles à MY, MX. En y adjoignant MZ, j'ai trois axes $\mu\xi$, $\mu\eta$, $\mu\zeta$, auxquels je rapporte les points μ' de la nappe (μ) de la développée. Les coordonnées et les dérivées partielles correspondantes seront représentées par des lettres grecques. Les droites mz et $\mu\zeta$ sont les normales à la développée en m et μ; ce sont les *droites de courbure* de M. Mannheim.

» D'après ces définitions, si Λ et L sont les distances $M\mu$ et Mm, les coordonnées, par rapport aux axes MX, MY, MZ, seront pour m' : x, z, $y + L$; et pour μ' : ζ, ξ, $\eta + \Lambda$. Si je suppose que m' et μ' soient les cen-

tres de courbure principaux pour M′, ces trois points sont en ligne droite, et j'ai

$$X = x + \theta(x - \zeta),\quad Y = z + \theta(z - \xi),\quad Z = y + L + \theta(y - \eta + L - \Lambda).$$

» Pour la position initiale de la figure, c'est-à-dire M′ coïncidant avec M, je tire de là

$$(1)\qquad (\Lambda - L)\,dX = \Lambda\,dx,\quad (L - \Lambda)\,dY = L\,d\xi.$$

» Je considère maintenant le point M′ comme l'origine de nouveaux axes, que, pour abréger, j'appelle axes M′, et qui sont les tangentes aux lignes de courbure et la normale à (M) en M′. J'exprime les dérivées partielles du second ordre, relatives au point M′ et aux axes M, en fonction des mêmes dérivées, relatives au même point et aux axes M′. Je distingue ces dernières par des accents, et je représente par α, β, γ; α',... les cosinus directeurs des axes M′ par rapport aux axes M. J'obtiens facilement

$$(2)\quad \begin{cases} \gamma''^3 R = (\alpha\gamma'' - \gamma\alpha'')^2 R' + (\alpha'\gamma'' - \gamma'\alpha'')^2 T', \\ \gamma''^3 S = (\alpha\gamma'' - \gamma\alpha'')(\beta\gamma'' - \gamma\beta'')R' + (\alpha'\gamma'' - \gamma'\alpha'')(\beta'\gamma'' - \gamma'\beta'')T', \\ \gamma''^3 T = (\beta\gamma'' - \gamma\beta'')^2 R' + (\beta'\gamma'' - \gamma'\beta'')^2 T'. \end{cases}$$

» Je différentie ces équations, et j'attribue ensuite aux variables les valeurs initiales. Le résultat de cette opération se réduit à

$$(3)\qquad dR = dR',\quad dS = d\alpha'(T' - R'),\quad dT = dT'.$$

» J'emploie la première et la troisième de ces équations seulement. Comme R′ et T′ sont les inverses des rayons de courbure principaux en M′, j'ai

$$R' = \frac{\gamma''}{\eta + \Lambda - Z},\quad T' = -\frac{\gamma''}{\eta + L - Z};$$

d'où, pour la position initiale,

$$dR' = -\frac{d\eta}{\Lambda^2},\quad dT' = -\frac{dy}{L^2}.$$

» Soient A, B, C, D les dérivées partielles du troisième ordre; je déduis des équations (3)

$$A\,dX + B\,dY = -\frac{d\eta}{\Lambda^2},\quad C\,dX + D\,dY = -\frac{dy}{L^2}.$$

ou, à cause des équations (1),

$$(4)\quad A\Lambda^3\,dx - BL\Lambda^2\,d\xi + (\Lambda - L)\,d\eta = 0,\quad DL^3\,d\xi - C\Lambda L^2\,dx + (L - \Lambda)\,dy = 0.$$

» Dans ma précédente Communication, j'ai employé les relations sui-

vantes, qui expriment simplement que la droite $m\mu$ se déplace en restant tangente aux nappes (m), (μ) de la développée

$$dx + (\Lambda - L)(\sigma d\xi + \tau d\eta) = 0, \quad d\xi + (L - \Lambda)(s\,dx + t\,dy) = 0.$$

» Il suffit de les comparer aux équations (4) pour conclure

$$(5) \qquad A = \frac{1}{\tau\Lambda^3}, \quad B = \frac{(L-\Lambda)\sigma}{\tau\Lambda^2 L}, \quad C = \frac{(\Lambda - L)s}{t L^2 \Lambda}, \quad D = \frac{1}{t L^3}.$$

» Ce sont les équations que je me proposais d'établir. Elles donnent les éléments du troisième ordre de la surface, sans ambiguïté, en fonction des éléments du second ordre des deux nappes de la développée. Réciproquement, ceux-ci sont déterminés, sans ambiguïté, en fonction des premiers, comme on le voit, en joignant aux équations (5) les deux relations de M. Mannheim, établies dans ma Communication précédente. Ces deux relations peuvent être démontrées de nouveau, au moyen de la deuxième équation (3), dont je n'ai pas fait usage.

» *Remarques.* — 1° Les expressions de A et D prouvent que le plan d'une section principale coupe la développée suivant une courbe osculatrice à la développée de cette section (*).

» 2° Les expressions de B et C peuvent être mises sous la forme

$$B = \frac{(L-\Lambda)^2}{t r_1 r_2 \Lambda^2 L}, \quad C = \frac{(\Lambda - L)^2}{\tau \rho_1 \rho_2 L^2 \Lambda},$$

où ρ_1 et ρ_2, r_1 et r_2 sont les rayons de courbure principaux de la développée en μ et m.

» 3° La méthode employée dans cette Note est celle du déplacement d'un solide, dont M. Mannheim a tant de fois montré la fécondité, notamment dans cet ordre de recherches.

» 4° Les courbures des deux branches de la section faite dans une surface par un plan tangent dépendent des dérivées du troisième ordre. Dans le cas particulier où ces deux courbures sont nulles à la fois, on trouve les deux équations

$$\rho_1 \rho_2 = -3(L-\Lambda)^2 \frac{\Lambda}{L}, \quad r_1 r_2 = -3(\Lambda - L)^2 \frac{L}{\Lambda}.$$

» Ces équations ont constamment lieu si la surface proposée est du

---

(*) Voir, à ce sujet, les *Recherches géométriques sur le contact du troisième ordre*, par M. Mannheim.

second degré. Dans les autres cas, elles se rapportent aux points en lesquels il existe des surfaces de ce degré ayant avec la proposée un contact du troisième ordre. »

ANALYSE. — *Sur une formule de transformation des fonctions elliptiques.* Note de M. J. **Brioschi**, présentée par M. Hermite.

« Dans ma première Communication sur le même sujet, publiée au n° 19 (9 novembre 1874) des *Comptes rendus*, je me suis réservé d'exposer quelques propriétés des équations modulaires relatives à la transformation des fonctions elliptiques de la forme

$$\frac{dx}{\sqrt{4x^3 - g_2 x - g_3}} = du.$$

» Je vais considérer premièrement l'équation du sixième degré qu'on obtient pour la transformation du cinquième ordre, équation qui, en posant $a_1 = -2x$ dans celle de ma Note du 9 novembre, prend la forme

$$(1) \qquad z^6 - \tfrac{5}{4}g_2 z^4 - 5g_3 z^3 + \tfrac{5}{16}g_2^2 z^2 - \tfrac{1}{4}g_2 g_3 z - \frac{5}{2^6}g_3^2 = 0.$$

» Le premier membre de cette équation a une propriété remarquable, parce qu'il ne diffère que d'une quantité constante du covariant sextique d'une certaine forme du quatrième degré. En effet, en considérant la forme biquadratique

$$f = (0, 1, 0, -\tfrac{1}{4}g_2, -g_3)(x_2, x_2)^4,$$

on a vu que ses invariants sont les invariants g_2, g_3; et ses covariants h, θ biquadratique et sextique ont la forme

$$h = -[(x_1^2 + \tfrac{1}{4}g_2 x_2^2)^2 + 2g_3 x_1 x_2^3],$$

$$\theta = x_1^6 - \tfrac{5}{4}g_2 x_1^4 x_2^2 - 5g_3 x_1^3 x_2^3 - \tfrac{5}{16}g_2^2 x_1^2 x_2^4$$
$$- \tfrac{1}{4}g_2 g_3 x_1 x_2^5 - \tfrac{1}{2}g_3^2 x_2^6 + \frac{1}{4^3}g_2^3 x_2^6;$$

par conséquent, l'équation (1) peut prendre la forme

$$\theta(z, 1) = \frac{1}{4^3}\delta \quad \text{en faisant} \quad \delta = g_2^3 - 27g_3^2.$$

» Cela posé, si l'on se rappelle qu'entre une forme biquadratique, ses covariants et ses invariants, a lieu la relation $4h^3 - g_2 hf^2 + g_3 f^3 = -4\theta^2$, on aura

$$4h^3 - g_2 hf^2 + g_3 f^3 = -\frac{\delta^2}{4^5};$$

ou, en indiquant par e_1, e_2, e_3 les racines de l'équation $4e^3 - g_2 e - g_3 = 0$, on pourra donner à l'équation modulaire (1) la forme

$$4^6(h + e_1 f)(h + e_2 f)(h + e_3 f) + \delta^2 = 0.$$

Mais si, dans les formes f, h, on pose $x_1 = 2$, $x_2 = 1$, on a, après quelques réductions,

$$-(h + e_1 f) = [(z - e_1)^2 - \varepsilon_1]^2, \quad \text{où} \quad \varepsilon_1 = 3e_1^2 - \tfrac{1}{4}g_2,$$

et semblablement en changeant e_1 en e_2, e_3. On a donc enfin comme transformée de l'équation (1), la suivante :

$$[(z - e_1)^2 - \varepsilon_1][(z - e_2)^2 - \varepsilon_2][(z - e_3)^2 - \varepsilon_3] = \frac{1}{4^3}\delta,$$

ou, en posant $\varphi_r = 4[r - e_r)^2 - \varepsilon_r]$, l'équation

(2) $$\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 = \delta.$$

» Les fonctions quadratiques φ sont douées des propriétés bien connues dans la théorie des formes binaires (voir *Theorie der binären algebraischen formen*, von A. Clebsch, p. 45). Je ne rappellerai que celles qui peuvent avoir des rapports avec le problème qu'on considère ici.

» Si l'on pose $\alpha_1 = e_2 - e_3$, $\alpha_2 = e_3 - e_1$, $\alpha_3 = e_1 - e_2$, on a les deux relations suivantes :

(3) $$\left\{ \begin{aligned} \alpha_1 \varphi_1 + \alpha_2 \varphi_2 + \alpha_3 \varphi_3 &= 2\sqrt{\delta} = 8\alpha_1\alpha_2\alpha_3, \\ \alpha_1 \varphi_1^2 + \alpha_2 \varphi_2^2 + \alpha_3 \varphi_3^2 &= 0, \end{aligned} \right.$$

et en faisant $\rho X_1 = \alpha_1 \varphi_1$, $\rho X_2 = \alpha_2 \varphi_2$, $\rho X_3 = \alpha_3 \varphi_3$, on en déduit que l'équation (2) peut prendre la forme d'une cubique ternaire

$$(X_1 + X_2 + X_3)^3 - 32 X_1 X_2 X_3 = 0,$$

la seconde des relations (3) devenant

$$\frac{1}{\alpha_1} X_1^2 + \frac{1}{\alpha_2} X_2^2 + \frac{1}{\alpha_3} X_3^2 = 0.$$

Ensuite, en observant que les équations (3) donnent

$$\varphi_2 = \varphi_1 + 8\varepsilon_1 + 4\alpha_3\sqrt{\varphi + 4\varepsilon_1}, \quad \varphi_3 = \varphi_1 + 8\varepsilon_1 - 4\alpha_2\sqrt{\varphi + 4\varepsilon_1},$$

on aura, pour une quelconque des fonctions φ,

$$\varphi\left[(\varphi + 8\varepsilon)^2 + 16\varepsilon(\varphi + 4\varepsilon) + 12e(\varphi + 8\varepsilon)\sqrt{\varphi + 4\varepsilon}\right] = \delta,$$

par laquelle on parvient aux transformées nouvelles de l'équation modulaire

$$(z-e)^6+6e(z-e)^5+5\varepsilon(z-e)^4-5\varepsilon^2(z-e)^2-6e\varepsilon^2(z-e)-\varepsilon^3=\frac{1}{4^3}\delta,$$

en posant successivement pour e, ε les quantités e_1, ε_1; e_2, ε_2; e_3, ε_3.

» Mais, comme on le démontre facilement, on a

$$\frac{1}{4^3}\delta=-\varepsilon^3+\frac{9}{4}e^2\varepsilon^2,$$

par conséquent, en divisant les termes de cette dernière équation par $(z-e)^6$ et en posant $q=\frac{6e}{z-e}$, on obtient, après quelques réductions, la suivante :

$$q^6+16q^5+80q^4-320\alpha^2q^2-256\alpha^4q-256\alpha^4=0,$$

ou

$$q^3+10q^2-32\alpha^2+2(q^2-8\alpha^2)\sqrt{q+5}=0,$$

en posant $\alpha=\frac{3e}{\sqrt{\varepsilon}}$.

» Enfin, si l'on fait $\sqrt{q+5}=y-2$, ou $y=2+\sqrt{\frac{5z+e}{z-e}}$, on arrive à l'équation cherchée

$$(y-1)^5(y-5)-4cy=0,$$

dans laquelle $c=4(\alpha^2-4)=\frac{1}{4}\frac{\delta}{\varepsilon^3}$, et qui a la forme de l'équation du multiplicateur dans la transformation du cinquième ordre.

» 2° On peut, du reste, parvenir à cette dernière transformation de l'équation modulaire du sixième degré au moyen d'une formule générale qui donne les relations entre les coefficients a_1, a_2, a_3 du polynôme T de ma première Communication, et les quantités B, B_1, B_2, introduites par Jacobi dans la théorie de la transformation des fonctions elliptiques.

» Dans ma Note, présentée à l'Académie le 9 novembre 1874, on avait

$$T=x^\nu+a_1x^{\nu-1}+a_2x^{\nu-2}+\ldots+a_\nu;$$

d'autre part, on trouve facilement que

$$T=\frac{1}{B_\nu}\Big[B_\nu(x-e)^\nu-B_{\nu-1}\sqrt{\varepsilon}(x-e)^{\nu-1}+\ldots$$
$$+(-1)^{\nu-1}B_{\nu-1}\varepsilon^{\frac{\nu-1}{2}}(x-e)+(-1)^\nu B_\nu\varepsilon^{\frac{\nu}{2}}\Big],$$

par conséquent on aura

$$a_1 = -\nu e - \frac{B_{\nu-1}}{B_\nu}\sqrt{\varepsilon},$$

$$a_2 = \frac{\nu(\nu-1)}{2}e^2 + (\nu-1)e\frac{B_{\nu-1}}{B_\nu}\sqrt{\varepsilon} + \frac{B_{\nu-2}}{B_\nu}\varepsilon,$$

$$a_3 = -\frac{\nu(\nu-1)(\nu-2)}{2.3}e^3 - \frac{(\nu-1)(\nu-2)}{2}e^2\frac{B_{\nu-1}}{B_\nu}\sqrt{\varepsilon} - (\nu-2)e\frac{B_{\nu-2}}{B_\nu}\varepsilon - \frac{B_{\nu-3}}{B_\nu}\varepsilon^{\frac{3}{2}},$$

ainsi de suite.

» La première de ces relations, en posant $a_1 = -\nu z$, donne

$$z - e = \frac{1}{\nu}\frac{B_{\nu-1}}{B_\nu}\sqrt{\varepsilon},$$

de laquelle en posant $q = \frac{3\nu e}{z-e}$, $\alpha = \frac{3e}{\sqrt{\varepsilon}}$, on déduit

$$q = \nu^2\alpha\frac{B_\nu}{B_{\nu-1}}.$$

Pour $n=3$, on a $\nu = 1$, et $\frac{1}{\alpha}q = \frac{B_1}{B} = \xi\sqrt{\frac{\lambda}{k}}$, ξ étant le multiplicateur, k, λ les modules. On aura ainsi, comme il est connu, l'équation

$$\left(\frac{1}{\alpha}q\right)^4 - 6\left(\frac{1}{\alpha}q\right)^2 - 4\frac{1+k^2}{k}\frac{1}{\alpha}q - 3 = 0$$

ou

$$\frac{\varepsilon^2}{(z-e)^2} - 6\frac{\varepsilon}{(z-e)^2} - 4\frac{1+k^2}{k}\frac{\sqrt{\varepsilon}}{z-e} - 3 = 0.$$

Cette dernière, si l'on suppose $\frac{1+k^2}{k} = \alpha$, donne, après quelques réductions, la suivante déjà calculée dans ma première Note :

$$z_4 - \tfrac{1}{2}g_2 z^2 - g_3 z - \tfrac{1}{48}g_2^2 = 0.$$

Pour $n = 5$ on a

$$\nu = 2 \quad \text{et} \quad q = 4\alpha\frac{B_2}{B_1};$$

mais, en posant $y = \frac{B_2}{B} = \xi\sqrt{\frac{\lambda}{k}}$, on trouve

$$4\alpha\frac{B_2}{B_1} = y^2 - 4y - 1;$$

par conséquent

$$q + 5 = (q - z)^2,$$

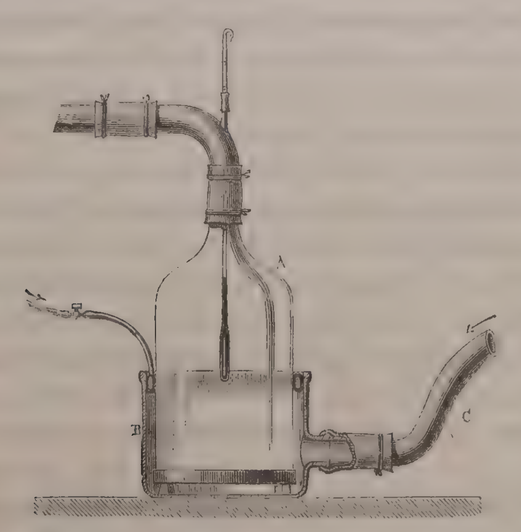
comme on a démontré ci-dessus. Des résultats analogues existent pour les équations correspondant à des transformations d'ordre supérieur. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage de l'ammoniaque atmosphérique.* Note de M. TH. SCHLŒSING.

« La méthode qu'on a toujours employée pour doser l'ammoniaque atmosphérique consiste à faire passer un volume mesuré d'air à travers des appareils d'absorption chargés de fixer l'alcali. Je n'en connais pas de plus simple, et je n'en ai pas cherché d'autre. Je me suis proposé seulement de modifier les moyens d'exécution, de manière à pouvoir opérer en peu de temps sur de grandes masses d'air. Avec les appareils en usage dans les laboratoires, le débit de l'air ne dépasse pas quelques litres à l'heure : on se trouve donc dans la fâcheuse alternative d'opérer sur des quantités d'air très-limitées, ou de prolonger l'expérience pendant plusieurs jours, ou même plusieurs mois, à l'exemple de M. Is. Pierre.

» Dans le premier cas, la dose d'ammoniaque fixée est tellement faible, qu'on ne peut plus compter sur l'exactitude de sa détermination ; dans le second cas, il faut renoncer à étudier les variations de l'alcali aérien dans des périodes de temps rapprochées ; le résultat de l'analyse n'est qu'une moyenne applicable à un certain nombre de jours consécutifs.

» L'appareil que j'ai construit permet, au contraire, de doser en quelques heures l'ammoniaque contenue dans 30000 litres d'air. Il est, en même temps, d'une extrême simplicité.



» Une cloche à douille A, en verre, d'une capacité de 3 litres, fermée par un disque de platine exactement emboîté sur ses bords et percé de 300 trous de $\frac{1}{2}$ millimètre, repose sur trois calles en verre à vitre, dans un

vase B, à fond plat, un peu plus large : ce vase porte une large tubulure reliée à un gros tube C chargé de puiser l'air au dehors. L'espace compris entre la cloche et le vase est fermé, au-dessus de la tubulure, par un tube annulaire en caoutchouc, auquel est soudé un petit tube muni d'un robinet, et communiquant avec un réservoir d'eau : sous une charge de 3 à 4 mètres, le caoutchouc se gonfle instantanément et forme un joint parfait.

» Versons maintenant dans la cloche 300 centimètres cubes d'eau pure aiguisée d'acide sulfurique, et faisons-la communiquer par sa douille avec un appareil d'aspiration d'une puissance convenable. L'air, arrivant par le tube C, se répand alors entre la cloche et le vase, passe entre les deux fonds en chassant l'eau devant lui, et pénètre dans la cloche par les 300 trous du disque de platine. Le barbotage ainsi produit est tellement énergique, que le liquide n'a plus le temps de se réunir en couche au fond de la cloche; il est employé tout entier à former les parois de bulles entassées en forme de mousse sur une hauteur de 20 à 25 centimètres.

» Lorsque le temps consacré au barbotage est écoulé, on extrait le liquide, et on le distille sur la magnésie pour y doser l'ammoniaque.

» Quand on veut étudier la diffusion de l'ammoniaque dans l'air, il ne suffit pas de chercher, dans un seul lieu, les relations entre la quantité de l'alcali et les météores aqueux, les vents, la température, les saisons : il faut encore prévoir des déplacements, parce que les variations de l'ammoniaque doivent être liées aussi avec la latitude et la hauteur des stations, avec leur proximité des villes, de la mer.... Il fallait donc, en vue de faciliter les transports et la rapidité des installations, simplifier autant que possible les appareils d'aspiration qui doivent accompagner le barboteur. J'ai eu recours à l'entraînement de l'air produit par un jet de vapeur lancé dans un tube. Tout l'appareil se réduit ainsi à une très-petite chaudière en cuivre, d'une capacité totale de 12 litres, munie d'un niveau d'eau, d'un indicateur de pression à mercure, d'une pompe alimentaire, et établie sur l'un de ces fourneaux en fonte en usage dans les petits ménages. Elle vaporise de 2 à $2^{kg},5$ par heure. La vapeur est lancée par un mince tube, légèrement conique, dont l'orifice a 2 millimètres, dans un ajutage en verre qui est relié avec la douille du barboteur par un long boyau de caoutchouc.

» Il était indispensable de tarer le débit de l'air par mon ajutage pour une pression donnée de la vapeur et une quantité d'eau convenue versée dans le barboteur. Après quelques essais préliminaires, j'ai adopté la pression de 30 centimètres de mercure et une quantité d'eau de 300 centimètres

cubes : il restait à mesurer le débit correspondant. Je ne pouvais le faire en interposant un compteur sur le trajet de l'air ; cet appareil aurait modifié les conditions de vitesse de l'air dans les conduites. Je n'avais pas à ma disposition quelque grand gazomètre que j'aurais placé à l'origine du courant d'air. J'ai eu recours à la méthode de jaugeage des fluides que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* en 1863, et qui reçoit, dans le cas présent, une application très-simple. Au moyen d'un tube très-fin, je puise, pendant plusieurs heures, une petite portion du mélange d'air et de vapeur lancé par l'ajutage ; je condense la vapeur, et je mesure l'eau obtenue ; je mesure aussi l'air recueilli dans un grand vase en verre : ayant ainsi le rapport entre l'eau vaporisée et l'air entraîné, il ne me reste plus qu'à mesurer l'eau d'alimentation employée pendant un certain nombre d'heures.

» J'ai à peine besoin de faire observer que ces déterminations sont faites au laboratoire, et qu'ensuite, dans les divers lieux d'observation, on se borne à reproduire les conditions de marche qui les ont fournies, ce qui ne présente aucune difficulté.

» J'arrive maintenant à la question capitale, celle de savoir jusqu'à quel point le barboteur absorbe les traces d'ammoniaque diluées dans de l'air qui traverse l'appareil à raison de 4500 litres à l'heure, et qui ne séjourne au contact du liquide que pendant deux secondes au plus.

» Pour résoudre cette question, je devais dépouiller l'air de toute trace d'ammoniaque, y introduire une quantité connue et très-petite de cet alcali, puis le faire barboter dans l'appareil, et voir ce que je retrouverais d'ammoniaque dans mon liquide.

» Le courant d'air a donc été dépouillé d'ammoniaque dans une colonne de 5 mètres de haut sur 40 centimètres de large, composée de tuyaux de grès Doulton, et remplie de menus fragments de braise de boulanger imbibée d'acide sulfurique étendu. A l'issue de cette colonne, il recevait une dose d'alcali distribuée par le procédé suivant : un flacon de Mariotte rempli d'ammoniaque liquide très-diluée la laissait tomber lentement et régulièrement dans un serpentin de verre placé dans un bain d'eau à température constante : de là, le liquide passait dans une carafe bouchée. En même temps, de l'air pur, débité par une petite trompe à eau, circulait de bas en haut dans le serpentin, prenait dans ce trajet une faible quantité de gaz ammoniac, et débouchait dans un mélangeur, où il rencontrait le grand courant d'air : le mélange passait ensuite dans le barboteur. Il est bien clair que le dosage d'ammoniaque dans le liquide, avant et après son passage dans le serpentin, indiquait, par différence, la quantité d'alcali fournie

à l'air. Toutes ces circulations de gaz et de liquide étaient continues et constantes.

» J'ai pu introduire de la sorte, dans des volumes d'air considérables, des quantités d'ammoniaque extrêmement faibles et pourtant exactement mesurées.

» Deux expériences préliminaires *à blanc*, c'est-à-dire sans introduction d'ammoniaque, dans lesquelles toutes les opérations prévues ont été exécutées, ont donné, au dosage, l'équivalent de $0^{mgr},16$ d'ammoniaque, représentant l'ammoniaque contenue dans les 300 centimètres cubes du barboteur et dans l'air, après son passage à travers la colonne, la soude et la chaux cédées par le condenseur en verre pendant la distillation.... Cette quantité de $0^{mgr},16$ d'ammoniaque a été retranchée, à titre de correction, de tous les résultats obtenus dans les expériences de vérification.

» Voici maintenant ces résultats :

	Durée de l'expérience.	Quantité d'air.	Ammoniaque introduite.	Ammoniaque dans 1^{mc}.	Ammoniaque dosée.	Correction.	Ammoniaque corrigée.
			mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
1...	6^h57^m	33000^{lit}	33,9	1,03	31,67	0,16	31,51
2...	7	id.	13,93	0,42	12,97	id.	12,81
3...	7	id.	5,49	0,17	5,20	id.	5,04
4...	7	id.	2,51	0,076	2,46	id.	2,30
5...	7	34000	1,12	0,033	1,07	id.	0,91

» Ainsi, dans les limites de mes expériences, c'est-à-dire quand l'air contient de $0^{mgr},03$ à 1 milligramme d'ammoniaque par mètre cube, je puis fixer dans mon barboteur une proportion de l'alcali comprise entre les $\frac{4}{5}$ et les $\frac{9}{10}$ de la quantité totale.

» Il faut que les molécules de gaz ammoniac, libre ou carbonaté, se détendent bien rapidement, malgré la résistance du milieu où elles sont disséminées, pour que l'absorption atteigne une telle proportion. Cette extrême mobilité de l'ammoniaque au sein de l'air permet de concevoir comment les végétaux et les sols peuvent en puiser des quantités notables, malgré son état d'extrême dilution. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la présence du cuivre dans l'organisme.* Note de MM. **Bergeron** et **L. L'Hôte**, présentée par M. Peligot.

« Depuis les travaux d'Orfila, on sait que les poisons minéraux ont la propriété de se localiser dans les grands appareils de sécrétion, le foie et les reins. Nous avons constaté récemment, dans un double empoisonne-

ment aigu par les sels de cuivre, que la totalité du cuivre absorbé se retrouvait dans ces organes sécréteurs, et nous nous sommes demandé si le corps humain renferme ce métal localisé dans ces mêmes organes. Les documents publiés dans les ouvrages de toxicologie sur cette question étant fort contradictoires, nous avons exécuté une série d'expériences dont nous présentons les résultats à l'Académie.

» Nos recherches ont porté sur quatorze cadavres dont nous connaissions parfaitement l'origine. Chaque analyse a été effectuée sur une masse organique pesant de 800 à 1000 grammes et comprenant la moitié du foie et un rein. Nous avons évité avec le plus grand soin l'introduction des plus petites traces de cuivre. A cet effet, le cadavre reposant sur une table de bois, les organes extraits étaient reçus dans un bocal et portés au laboratoire, dans une chambre spéciale où il n'y avait pas de cuivre. Les balances, fourneaux à gaz, robinets et bain-marie étaient en fer; les réactifs, le papier à filtre et l'eau distillée ont été essayés à blanc dans cette même chambre.

» Voici la marche adoptée pour la constatation du cuivre : les organes étaient préalablement chauffés dans une grande capsule de porcelaine, jusqu'à dessiccation et carbonisation; l'incinération du charbon se faisait au moufle à une basse température. Les cendres, traitées par l'acide azotique, évaporées à sec et reprises par l'eau, ont donné une dissolution qui a été neutralisée par un excès d'ammoniaque. La liqueur, séparée du précipité par filtration, puis concentrée et légèrement acidifiée par l'acide azotique, était saturée par un courant de gaz acide sulfhydrique. Dans les quatorze analyses, on a obtenu un faible précipité brunâtre, dont le poids ne pouvait être déterminé à la balance, et qui présentait les caractères chimiques du sulfure de cuivre. Ce précipité, traité par l'acide azotique, a fourni une dissolution donnant les réactions des sels de cuivre avec une aiguille d'acier, l'ammoniaque et le prussiate de potasse.

» Pour apprécier la proportion de cuivre contenue dans ce précipité, nous avons employé une méthode colorimétrique basée sur la teinte bleue que donne l'ammoniaque avec les sels de cuivre. En partant d'une liqueur titrée de cuivre au $\frac{1}{1000}$ préparée avec du cuivre galvanique, on peut construire une gamme de colorations très-nettes, accusant depuis 2 milligrammes jusqu'à $\frac{1}{2}$ milligramme.

» En opérant sur des volumes identiques de liquide dans des tubes de même verre et de même diamètre, on arrive à doser assez exactement de très-petites quantités de cuivre. Si la quantité de cuivre est inférieure à

$\frac{1}{2}$ milligramme, la méthode calorimétrique n'indique plus rien; mais, avec le prussiate jaune de potasse, on obtient encore la coloration rouge caractéristique.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

» Chez deux individus âgés de 17 ans, cuivre non dosé, mais constaté avec le prussiate jaune de potasse;

» Chez onze individus âgés de 26 à 58 ans, cuivre dosé, quantité maxima 1 milligramme et quantité minima $0^{mgr},7$;

» Chez un individu de 78 ans, cuivre dosé $1^{mgr},5$,

» Pour compléter ces études, nous avons recherché le cuivre dans les foies provenant de six fœtus, et dans tous nous avons constaté la présence de ce métal.

» Le cuivre *préexistant* dans l'organisme est apporté sans aucun doute par l'alimentation. L'emploi de la vaisselle de cuivre, les aliments, le contact journalier d'objets de cuivre et de monnaies de billon, etc., introduisent dans nos organes des traces de cuivre dont la plus grande partie est éliminée; mais il reste fixé à un état de combinaison non encore défini une petite quantité de cuivre dans le foie et dans le rein, et cela quels que soient l'âge, le sexe, les conditions d'existence. Dans nos expériences, nous avons constaté deux points importants : présence constante du cuivre qu'on ne retrouve que dans le foie et le rein en quantité appréciable, et en second lieu, détermination de cette quantité de cuivre qui, pour la masse totale du foie et des reins, ne s'élève pas au-dessus de 2 $\frac{1}{2}$ milligrammes à 3 milligrammes, et, dans le plus grand nombre de cas, n'atteint pas 2 milligrammes. »

EMBRYOGÉNIE. — *Des phénomènes généraux de l'embryogénie des Némertiens.* Note de M. **J. Barrois**, présentée par M. de Quatrefages.

« Parmi les nombreux obstacles qu'on rencontre à chaque pas dans les recherches d'embryogénie, il n'en est pas de plus sérieux que celui que présente la multiplicité de formes larvaires dans un même groupe d'animaux. Ces divergences, souvent très-étendues dans les premiers stades du développement, empêchent de prendre ceux-ci pour point de départ dans l'appréciation des phénomènes subséquents; par suite, toute déduction tirée du mode de développement devient impossible, et l'embryogénie, cet auxiliaire si puissant de l'Anatomie, semble faire entièrement défaut.

» Aussi est-il de la plus haute importance d'arriver à la connaissance

des rapports mutuels qui relient ces différentes formes larvaires. C'est ainsi que Fritz Müller a montré, par l'embryogénie du *Peneus*, les liens qui unissent entre eux le *Nauplius* et la *Zœa*.

» Entre tous les groupes qui présentent ce mode de complication, les Némertes nous offrent certainement un des cas les plus remarquables. A côté de la forme *Pilidium*, constituant l'un des exemples les plus typiques de généagénèse, se trouvent de nombreuses larves qui, sans aucun phénomène analogue, passent directement à l'état adulte; d'un côté, on a un animal transparent, garni d'élégants prolongements et de bandes ciliaires, et que les anciens observateurs avaient tout naturellement comparé aux larves si connues des Échinodermes. De cette première ébauche naît par bourgeonnement interne le futur Némerte, qui, sitôt formé, quitte sa nourrice pour vivre d'une vie indépendante. De l'autre côté, au contraire, on voit sortir de l'œuf une petite larve ciliée très-peu compliquée, simple masse ovale, opaque, peu différente en apparence de l'œuf même qui lui a donné naissance (larve de Desor), et qui, sans aucun autre phénomène appréciable qu'une simple différenciation des tissus, se transforme graduellement en un Némerte complet.

» Pendant un séjour de plusieurs mois que j'ai fait l'été passé au laboratoire de Zoologie de Wimereux, dirigé par M. le professeur Giard, j'ai été à même de m'occuper de cette question d'une manière suivie; ce sont les résultats de mes recherches à ce sujet que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

» A côté d'un grand nombre de formes larvaires peu importantes de larves de Desor, qui atteignent peu à peu leur développement complet sans présenter aucun phénomène anormal, j'ai eu le bonheur de rencontrer quelques formes d'un grand intérêt qui, outre un grand nombre de faits des plus instructifs, m'ont fourni le terme de passage entre les deux modes de développement, en apparence si divergents : le *Pilidium* et la larve de Desor.

» Parmi toutes les espèces que j'ai observées, l'une des plus remarquables est sans contredit une espèce très-commune à Wimereux, et que j'ai pu suivre d'une manière très-détaillée dans tous les stades de son évolution, le *Nemerte communis* (Van Bened.). Bien que reproduisant dans son développement toutes les particularités essentielles qui caractérisent le *Pilidium*, cette espèce présente un rapprochement très-marqué vers les états plus simples, et offre des analogies incontestables avec la larve de Desor.

» Je réserve pour un Mémoire plus étendu les détails relatifs aux pro-

cessus très-curieux qui donnent naissance aux divers systèmes d'organes des Némertiens; je désire seulement aujourd'hui appeler l'attention sur un point capital, le passage du *Pilidium* à la larve de Desor.

» On sait, d'après les recherches récentes de Kowalesky et de Metschnikoff, que chez les Némertes à *Pilidium* les sphères de segmentation de l'œuf se disposent de très-bonne heure radiairement autour d'une cavité centrale d'abord très-petite; cette dernière augmente rapidement et refoule toutes les cellules vers la périphérie, de façon à constituer une membrane superficielle. Il se produit ainsi une vésicule close, à paroi formée d'un seul rang de cellules (*Blastosphæra*). Cette vésicule s'invagine et donne naissance à un sac à double paroi (*Gastrula*); c'est à ce stade qu'a lieu l'éclosion : la *Gastrula* perce la membrane vitelline et se met à nager librement au milieu du liquide. Alors commence une interruption dans le développement, pendant laquelle la larve, s'adaptant à la vie pélagique, acquiert toutes les différentes particularités caractéristiques du *Pilidium*. Ce n'est qu'après cette interruption correspondant à la durée de la vie indépendante que commence le développement qui doit aboutir à la formation du Némerte. Il y a ici, comme on voit, exagération d'un état larvaire suivi d'un retour au type.

» Pour former le Némerte, il se fait, aux dépens de l'exoderme, quatre petites invaginations, qui se détachent et produisent quatre vésicules qui tombent dans la cavité du corps du *Pilidium;* là, elles s'aplatissent, se transforment en disques creux, formés d'un feuillet externe, mince, tourné du côté de l'exoderme, et en un feuillet interne, épais, tourné du côté de l'endoderme. Bientôt ces quatre disques confluent entre eux, en entourant l'intestin, se rejoignent, se soudent les uns aux autres, et ainsi se trouve constituée autour de l'instestin une double membrane : l'interne, formée par la soudure des feuillets internes des disques, deviendra la peau du Némerte; l'externe, formée par la soudure des feuillets externes, constituera une membrane provisoire, l'amnios, qui se détruira, en même temps que la peau du *Pilidium,* pour mettre le Némerte en liberté.

» Sans aller jusqu'à l'identité, la ressemblance du développement de notre Némerte avec celui que nous venons d'indiquer est assez grande pour exclure toute espèce de confusion entre les deux formes décrites. Comme précédemment, les premiers stades du développement sont caractérisés par la présence d'un blastosphère qui s'invagine pour donner naissance à une *Gastrula*. De même, la formation du Némerte s'accomplit dans ses grands traits au moyen de l'enveloppement de l'intestin par de grandes plaques

discoïdes, qui confluent entre elles et se soudent par leurs bords pour constituer la peau du Némerte. Enfin, l'exoderme primitif se détruit, et l'animal définitif formé dans son intérieur est mis en liberté. Mais là s'arrête l'analogie. Notre Némerte présente, en effet, d'importantes particularités qui, d'un autre côté, l'éloignent du *Pilidium* pour le rapprocher de la larve de Desor. Nous pouvons tout d'abord constater l'absence de vie pélagique et de l'interruption du développement qui en résulte. Ici, tout le développement s'effectue, d'un bout à l'autre, dans l'intérieur de l'œuf, et l'animal qui en sort a déjà acquis la forme caractéristique du Némerte. Outre ce fait fondamental, nous voyons également qu'il s'est effectué une évidente simplification de l'embryogénie et une marche graduelle vers l'extrême condensation qui s'observe chez la larve de Desor. Le stade qui répond au *Pilidium* a déjà perdu tous les différents appendices caractéristiques qui résultent de la vie à l'état libre, et se trouve réduit à une simple *Gastrula* couverte de fins cils vibratiles. Enfin, nous pouvons dès à présent constater la disparition de l'une des deux membranes embryonnaires, l'amnios. Les disques qui vont entourer le tube digestif ne se composent plus ici de sacs creux, mais de lames pleines; de sorte qu'une seule membrane, la peau du Némerte, résulte de leur réunion. En un mot, nous voyons se manifester sous nos yeux une remarquable tendance à la suppression de l'exagération de l'état larvaire qui constitue le *Pilidium*, et au retour à un mode de développement direct.

» Nous avons donc ici, à côté d'un développement très-voisin de celui des *Pilidium*, simplification déjà très-grande et condensation évidente de l'embryogénie. Un pas de plus, et nous en arriverons à la condensation extrême que l'on observe chez les larves de Desor. Nous nous trouvons, par conséquent, en présence d'un stade intermédiaire entre le *Pilidium* et la larve de Desor, et ce résultat nous paraît avoir une importance incontestable. Il permet de relier d'une manière heureuse les deux formes si différentes des embryons des Némertiens, et nous montre que les rapports mutuels qui existent entre l'un et l'autre sont analogues à ceux que Fritz Müller nous a fait connaître entre le *Nauplius* et la *Zœa;* comme le *Nauplius*, le *Pilidium* est la forme primitive, et la larve de Desor représente une forme condensée, dérivée de la première par abréviation de l'embryogénie. »

M. DE QUATREFAGES déclare qu'il s'est fait un plaisir de présenter à l'Académie ce travail, qui justifie une fois de plus le vieil aphorisme relatif à

l'absence de sauts dans la nature. Mais il doit faire des réserves formelles au sujet de la manière dont sont interprétés quelques-uns des phénomènes embryogéniques, aussi bien qu'au sujet des vues théoriques qui semblent ressortir de ces interprétations.

HISTOLOGIE. — *Recherches sur les organes tactiles de l'homme.* Note de M. **Jobert**, présentée par M. Ch. Robin.

« Les recherches dont j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui les résultats à l'Académie sont la continuation de celles que j'ai longtemps poursuivies chez divers animaux vertébrés et invertébrés.

» J'ai étudié les diverses régions de la face humaine, afin d'y retrouver les poils tactiles si développés et si nombreux chez tous les Mammifères, et qui, même chez certains d'entre eux, constituent un appareil d'une sensibilité exquise (aile des Chiroptères).

» Aux paupières, les nerfs très-nombreux, très-abondants, présentent avec les follicules des cils des connexions très-remarquables, connexions absolument inconnues jusqu'alors, les divers histologistes ayant surtout étudié les nerfs de la conjonctive (Kölliker, Lüdden, Krause, etc.).

» Au bord libre des paupières, peu de nerfs se terminent à la surface du tégument, la majorité est destinée aux follicules des cils.

» Si, après avoir fait gonfler une paupière supérieure ou inférieure dans l'acide acétique affaibli et l'avoir soumise ensuite à l'action de l'acide osmique (solution 1 pour 100), on fait des coupes minces perpendiculairement au bord libre, on voit, dans la partie profonde du tégument, ramper de nombreux faisceaux de tubes nerveux à myéline qui, par leurs nombreuses anastomoses, constituent un véritable plexus.

» De ce plexus se détachent des faisceaux plus petits, composés de trois à six tubes qui se dirigent vers le bord libre en cheminant entre les follicules des cils, avec lesquels ils ne tardent pas à entrer en connexion dans une région constante située immédiatement au-dessous des glandes sébacées.

» Cette région est facile à reconnaître de prime-abord : la membrane fibreuse est épaisse, plus translucide, semée de longs noyaux fusiformes; la gaîne épithéliale externe du poil paraît étroitement entourée par un anneau fibreux. Les nerfs provenant d'un ou même de plusieurs faisceaux venus dans des directions différentes pénètrent donc profondément dans la membrane fibreuse externe du follicule, rampent horizontalement tout d'abord dans son épaisseur, formant ainsi une sorte de collier sensitif;

durant ce trajet, les faisceaux se dissocient, et bientôt les tubes devenus indépendants changent de direction et montent verticalement, parallèlement à la tige du poil. A ce moment, plusieurs de ces tubes nerveux se bifurquent, sans pour cela perdre leur myéline. Après un trajet qui varie beaucoup, les tubes nerveux se recourbent de nouveau, deviennent sinueux, s'enfoncent plus profondément dans la membrane externe du follicule, ne tardent pas à perdre leur myéline; ils sont alors très-profondément situés et en contact avec la membrane vitrée. Privés de leur myéline, ils se présentent sous l'aspect de fibres pâles remplies de distance en distance. Les fines pointes de quelques-unes d'entre elles pénètrent dans la membrane vitrée presque jusqu'aux cellules de la gaîne épithéliale externe où je n'ai pu les voir pénétrer.

» D'autres de ces fibres pâles se renflent légèrement à leur extrémité et paraissent se terminer dans la couche profonde de la membrane externe du follicule, au contact de la membrane vitrée. J'ai vu très-distinctement plusieurs fibres pâles se diviser durant leur trajet, le plus souvent en un point très-voisin de celui où la myéline disparaît du tube nerveux. Sur des coupes perpendiculaires au bord libre j'ai pu compter jusqu'à 22 tubes nerveux; mais, sur des coupes parallèles qui me permettaient de voir l'ensemble de l'anneau, j'ai compté jusqu'à 45 fibres nerveuses, nombre qui ne paraît pas devoir être dépassé. Le plus souvent j'ai compté de 30 à 40 tubes nerveux. La disposition que je viens de décrire ne diffère en rien de celle que j'ai rencontrée dans les poils du tact sans sinus sanguin de la face des Mammifères et de la queue des Rongeurs. Les cils sont donc de véritables poils du tact; leur sensibilité du reste qui, dans certains cas pathologiques, est exagérée, est facile à apprécier à l'état normal. Cette sensibilité paraît leur être spécialement dévolue aux paupières, car les autres petits poils que l'on trouve à la surface externe ne présentent pas les mêmes connexions avec les nerfs.

» La peau des pommettes, celle des ailes du nez, celle des lèvres supérieure, inférieure, la région du menton, possèdent également des poils à appareil nerveux, mais moins riche que celui des paupières. C'est toujours au-dessous des glandes sébacées que pénètrent les nerfs accompagnés souvent de vaisseaux. Tous les poils, en cette région, ne sont pas tactiles; il en est de même chez les Mammifères.

» Les nombreuses connexions des nerfs avec les follicules pileux doivent donc nous obliger à accorder à ces petits organes une certaine importance dans l'appréciation des sensations produites par l'action de certains agents

extérieurs, et, en première ligne, le mouvement des ondes aériennes. Toute vibration du poil devant être immédiatement suivie d'une sensation, grâce au collier nerveux si délicat qui entoure la tige rigide ébranlée, au point de vue de la Physiologie comparée, nous possédons en nos cils, véritables poils tactiles, un critérium pour l'appréciation de la délicatesse des vibrisses des Mammifères. Enfin nous pouvons, grâce à la connaissance de cet appareil nerveux que nous venons de décrire, considérer les cils, en tant qu'organe de protection de notre appareil visuel, à un point de vue tout nouveau. »

STATISTIQUE AGRICOLE. — *Sur l'invasion des sauterelles en Algérie* (*avril-août* 1874). Note de M. **H. Brocard**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« L'Algérie et, en général, la région nord de l'Afrique ou du Sahara se trouvent constamment sous la menace d'un fléau dévastateur de ses récoltes. Des millions de sauterelles, venues du désert, où elles ne peuvent trouver assez de nourriture, font tout à coup irruption dans le pays, et aucune plante, à très-peu d'exceptions près, ne trouve grâce devant leur voracité. En quelques heures, les cultures deviennent leur proie, et les moyens les plus énergiques pour conjurer le fléau restent impuissants devant une telle multitude.

» En 1866, l'invasion avait été si générale, qu'il fut impossible de la combattre avec succès ; elle fut, en grande partie, la cause de la famine de 1867 et, par suite, des épidémies qui s'ajoutèrent à ce fléau. En 1867, les sauterelles se montrèrent en moins grand nombre, et, grâce à d'énergiques mesures de destruction, le Tell put échapper aux atteintes. De 1867 à 1870, l'invasion des sauterelles parut éprouver un temps d'arrêt. En 1870, on fit une destruction active des œufs et des criquets ; on peut évaluer à 850 000 litres la quantité d'œufs recueillis dans la subdivision de Médéah. Le vent refoula, en outre, les sauterelles vers le sud, et, de la sorte, le Tell fut préservé; mais l'oasis de Laghouat éprouva une destruction complète.

» Le fléau semble avoir subi, en 1871 et en 1872, un nouveau temps d'arrêt. A la fin de mai 1872, on était, pour ainsi dire, maître de l'invasion. En 1873, on prit aussi d'énergiques mesures, et l'on parvint à tenir les criquets en respect. La situation agricole fut des plus satisfaisantes.

» Enfin, en 1874, l'invasion des sauterelles et des criquets fut très-générale sur tout le sud et le centre de l'Algérie ; mais elle ne causa pas,

à beaucoup près, des ravages comparables à ceux dont les indigènes ont gardé le souvenir.

» Les premières informations de l'arrivée des sauterelles volantes ont été données par les indigènes des Cercles de Laghouat et de Géryville. Au commencement du mois d'avril, on les signalait comme ayant pris naissance dans le Sahara, et se dirigeant vers le nord-est et vers le nord-ouest. A cette époque, une nuée de sauterelles s'était abattue déjà sur El-Richa, entre le Djebel-Amour et Aïn-Madhi. Bientôt elles se montrèrent en immense quantité à Aflou, et du 5 au 10 avril cette localité fut ravagée. En moins de quarante-huit heures, et, malgré tous les efforts des indigènes, les récoltes de sept tribus de l'annexe furent si complétement détruites, qu'il n'y avait plus sur le sol trace de végétation.

» Heureusement, une tourmente d'une violence incroyable est survenue le 11 avril; des torrents d'eau, une quantité de neige et de giboulées sont tombés; les ravages des sauterelles ont été arrêtés court, et les locustes dispersées en tous sens.

» Cependant toute crainte d'invasion dans le Tell n'était pas dissipée. Les bandes, dispersées par la tourmente, ont dû pondre un peu partout, de sorte que l'on pouvait prévoir pour la première quinzaine de mai une énorme éclosion de criquets.

» Vers le 6 avril, on signalait l'arrivée de sauterelles dans le sud de la subdivision de Mascara, à Frendah, vers le Djebel-Nador, au sud de Tiharet. Sur les rives de l'Oued-Sebgague, dans l'annexe d'Aflou, elles causèrent des dégâts sérieux. La direction de ces bandes était sensiblement du sud-est au nord-ouest.

» Les premières sauterelles inquiétantes se montrèrent en même temps à Géryville et dans la région des Ksours. De grosses bandes arrivées chez les Makéma et chez les Ouled-Sidi-Tifour (annexe d'Aflou) furent vivement combattues par les indigènes sous la conduite de leurs Caïds.

» A la suite de cette première incursion, un service de surveillance fut organisé. Des postes-vigies, placés dans tous les cols du Kef-el-Guebli, eurent pour mission de signaler la venue des bandes de criquets. Dès que ces postes auraient donné l'alarme, les tribus devaient se porter dans les cols, où la destruction est plus facile qu'en plaine, et s'efforcer d'empêcher les bandes de déboucher pour se répandre dans la contrée.

» Vers la première quinzaine du mois d'avril, les sauterelles volantes arrivèrent, de tous les points du Sahara, sur toute la lisière sud de l'Algérie. Ainsi, on les observa dans l'Oued-Souf, où les dégâts furent insignifiants;

à Biskra, où les premières nuées ne firent que passer, le 3 avril, de midi à 6 heures du soir; le 4, il en passa encore d'autres, en moins grand nombre. Elles s'arrêtèrent, pour faire leurs pontes, dans les terrains sablonneux entrecoupés de ravins, abrités des vents du nord et d'une aridité particulière, qui s'étendent au nord de Biskra, sur la route de Batna; et, à l'ouest, sur le chemin d'Oumache, où le terrain offre les mêmes caractères. Des fouilles furent immédiatement commencées pour arriver à la destruction des œufs déposés. Toutefois, on le comprend, ces mesures ne suffirent pas à la destruction complète, et, depuis le 16 mai, les criquets se montrèrent en assez grand nombre dans les environs de Biskra, occupant les régions nord, nord-est et est. Le 23, ils arrivèrent à Biskra, et le 24 ils commencèrent à pénétrer dans les plantations; on leur fit une chasse active, qui ne fut pas sans résultat.

» Nous avons dit que toute la partie sud de l'Algérie avait été envahie dès le début. Vers le milieu du mois d'avril, les sauterelles apparurent dans le Hodna, et chez les Ouled-Soltan, en particulier à Dra-el-Méhad, à Shida, à Telzan et à Aïn-Sefian (cercle de Barika).

» On en signala des vols innombrables dans le sud du cercle de Khenchela, à Foum-bou-Doukham, et à Foum-Gharghar. Les sauterelles causèrent aussi beaucoup de dégâts dans la subdivision de Médéah, principalement chez les Ouled-Cheikh, aux environs de Taguin, où une bande de sauterelles venue du Djebel-Amour s'abattit sur la tribu.

» Les indigènes furent invités à faire la moisson en toute hâte, et un peu plus tôt que de coutume. Ils réussirent ainsi à soustraire une partie de leurs récoltes à la voracité des locustes. Ils employèrent aussi leur temps, principalement en mai, à opérer la recherche et la destruction des œufs (1).

» Pendant tout le mois de mai, de nombreuses éclosions de criquets se produisirent; mais la saison était déjà bien avancée pour eux; une grande partie de la moisson était achevée, et les céréales, non encore fauchées, étaient devenues trop dures et se trouvaient à l'abri de leur atteinte, en raison de leur degré de maturité. Il n'en fut pas de même des cultures potagères : aussi, dans certaines localités, les dégâts furent-ils encore notables. Ainsi, au commencement de juin, les environs de Géryville se trouvaient infestés de criquets. Les cultures du cercle, qui promettaient une

---

(1) Pour donner une idée de cette destruction, il suffira de dire qu'au 20 juin, dans les trois subdivisions de Constantine, Sétif et Batna, on avait recueilli 4820 hectolitres d'œufs, et 24 745 hectolitres de sauterelles et criquets.

récolte abondante, grâce aux pluies tombées pendant les deux derniers mois, furent détruites en entier par des vols de sauterelles considérables et par des quantités innombrables de criquets; sauf quelques champs d'orge, qui avaient pu être moissonnés dès l'apparition du fléau, tout fut perdu.

» A Laghouat, ainsi que nous venons de le dire, la destruction des jardins a été à peu près complète. Deux cents jardins et la pépinière du Génie sont devenus la proie des acridiens. Les autres sont plus ou moins atteints; un grand nombre d'arbres fruitiers et les peupliers furent entièrement dépouillés de leurs feuilles. Enfin, le tout est parti subitement par une belle après-midi, après avoir dévasté toutes les portions de terrains où les grains n'étaient pas mûrs, où les plantes n'étaient pas desséchées.

» Ainsi à Sfisifa, sur la route de Géryville à Saïda, les criquets ont envahi et dévasté le jardin du caravansérail, le 9 et le 10 juin. On en a détruit un grand nombre, en les attirant dans des fosses creusées à la hâte par les soldats de la légion en garnison dans ce poste. Les criquets, qui marchaient en colonnes serrées du sud vers le nord, ont rencontré les bas-fonds salés des chotts de l'est, dans lesquels ils ont dû périr faute de nourriture.

» D'autres criquets, en grand nombre, ont dévasté vers la même époque les jardins d'El-Hammam (route de Mascara au Sig). Rien n'a été épargné; les aloès eux-mêmes ont été attaqués.

» Vers le milieu du mois de juin, les criquets furent si nombreux sur la ligne ferrée d'Orléansville à Blidah, qu'il fallut leur faire la chasse pour assurer le passage des trains. Les locomotives patinaient sur les rails enduits de cette pâte gluante.

» En résumé, la région sud de l'Algérie (Géryville, Laghouat, le Djebel-Amour) paraît avoir été plus éprouvée que le reste de la contrée (1). Les ravages ont été en grande partie localisés, mais l'invasion des sauterelles s'est abattue sur toute l'Algérie avec plus ou moins d'intensité, et, si les dégâts n'ont pas atteint d'énormes proportions, on le doit surtout à l'éclosion tardive des œufs et par suite à l'apparition tardive des criquets. »

---

(1) Nos observateurs du réseau météorologique algérien nous ont fourni des renseignements détaillés, dont l'analyse accompagne la présente Note.

M. E. **Ducretet** adresse une Note relative à la résistance électro-chimique, offerte par l'aluminium employé comme électrode positive dans un voltamètre.

Un voltamètre à eau acidulée reçoit une lame de platine et une lame d'aluminium, mises en communication avec les pôles d'une pile : si l'aluminium est l'électrode négative, l'hydrogène se dégage sur cette lame, et le courant a son intensité ordinaire; lorsqu'on renverse le sens du courant, il n'y a plus décomposition de l'eau, et l'intensité du courant devient très-faible. Le phénomène se produit instantanément, quelle que soit la rapidité des changements de sens. La surface de l'aluminium ne paraît pas s'altérer : elle est préservée par une légère couche d'alumine, sous laquelle on retrouve le poli de la plaque.

L'auteur applique ces résultats à la construction d'un *rhéotome liquide*, ne permettant le passage des courants que dans une direction déterminée. Il indique les applications qui pourraient être faites de ce rhéotome, aux lignes télégraphiques, aux sonneries électriques, à l'inflammation des mines, etc.

M. **Chapelas** adresse le résumé des observations barométriques faites par lui avant et pendant la tempête ressentie à Paris dans la nuit du 21 janvier.

La baisse barométrique a commencé à Paris, dès la soirée du 14; le 19, il signale l'apparition d'un halo lunaire et la rapidité du mouvement de deux couches de nuages, dans des directions différentes, qui ont pu faire prévoir l'approche de coups de vent violents. Cette tempête, qui se trouvait à la hauteur de Terre-Neuve vers le 14 et le 15, a mis six jours pour nous arriver; elle a produit sur la colonne barométrique un abaissement de 20 millimètres.

M. Chapelas cite des observations météoriques, qui ont été faites dans la nuit du 13, et qui pouvaient faire présager ce grand mouvement atmosphérique : à $10^h 45^m$, une étoile filante, venant du sud-ouest, et finissant ouest-sud-ouest, fournissant une trajectoire de 30 degrés; à $11^h 30^m$, une étoile de 6e grandeur, partie de α du Lion, et parcourant 40 degrés, avec une rapidité extraordinaire.

M. **Mangot** adresse une Note relative aux causes de rupture des essieux et en général des pièces de fer soumises à des vibrations répétées.

M. Chasles, en présentant à l'Académie les livraisons de juin, juillet et août 1874 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, s'exprime comme il suit :

« Je citerai, du numéro de juin, une courte dissertation de M. Th.-H. Martin, notre confrère de l'Académie des Inscriptions, sur le prétendu XVe livre des *Éléments* d'Euclide, qu'il regarde, conformément au jugement déjà porté à ce sujet par M. Friedlin, comme l'œuvre d'un auteur très-postérieur. M. H. Martin pense que cet auteur, dont l'opuscule a eu l'honneur de passer pour le XVe livre des *Éléments* d'Euclide, serait Damassius, disciple du philosophe néo-platonicien Isidore d'Alexandrie. Puis se trouve un court fragment, texte arabe et traduction par M. A. Marre, d'un auteur arabe, *Abu'l Wafa Al Djoueïni*, non mentionné par Casiri. Ce sont quelques questions d'arithmétique qui se résolvent par deux équations du premier degré.

» Les numéros de juillet et d'août renferment deux Mémoires relatifs à deux géomètres du XIVe siècle, et des développements fort étendus de l'auteur même du *Bullettino*. Le premier, de M. Cornelio di Simoni, est une Notice sur la vie et les travaux d'Andalò di Negro, mathématicien, astronome et voyageur génois du XIVe siècle, et sur plusieurs autres cosmographes et mathématiciens de Gênes. On y voit que d'Andalò di Negro a eu pour disciples, à Naples, Jean Boccace et un évêque dont plusieurs travaux astronomiques se conservent dans un manuscrit de la Bibliothèque nationale de Florence. A la suite, se trouve un long travail de M. Boncompagni, faisant connaître quinze écrits d'Andalò di Negro, dont trois ont été imprimés à Ferrare en 1475, édition extrêmement rare, et les douze autres n'existent qu'en manuscrits, dont M. Boncompagni extrait de nombreux passages. Enfin le *Bullettino* d'août renferme un écrit de M. Jacoli, intitulé : *Intorno a due scritti di Raffaele Gualterotti*, relatif à l'apparition de la nouvelle étoile en 1604. Un autre écrit de l'auteur, intitulé : *Scherzi degli spiriti animali*... (Firenze MDV), dit que la courbe décrite par les projectiles est une parabole. Jusqu'ici on avait cru communément que c'était Cavalieri qui, le premier, avait fait connaître ce fait important de la Balistique, dans son ouvrage intitulé : *Lo specchio ustorio*..., postérieur de vingt-sept ans à l'opuscule de Gualterotti. M. Jacoli rappelle aussi un passage important d'un écrit de Mœstlin : *Disputatio de eclipsibus Solis et Lunæ*, imprimé en 1596, contenant la vraie explication de la lumière cendrée de la Lune, opuscule extrêmement rare, qui n'est cité ni par Lalande, ni par aucun

bibliographe. Cependant Kepler en avait fait mention. Les livraisons de juin et août renferment en outre deux tables fort étendues (p. 272-312, et 416-450) de toutes les publications scientifiques les plus récentes. »

« M. Ch. Sainte-Claire Deville présente, au nom de M. le capitaine de vaisseau *Pujazon*, directeur de l'Observatoire de la marine de San-Fernando, la partie météorologique des Annales de cet établissement pour l'année 1873. Il insiste sur le grand nombre (16) des observations diurnes, leur régularité, le luxe et la netteté de l'impression. Cette publication constitue un réel service rendu à la science. »

« M. Paul Gervais présente la Carte géologique de l'arrondissement d'Uzès (Gard), par feu M. *Emilien Dumas*, de Sommières. Ce travail, quoique terminé depuis plusieurs années, n'avait point encore paru; il a été publié par les soins de M. Lombard-Dumas, gendre du savant géologue, qui en fait hommage à l'Académie. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1875.

(suite.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; octobre 1874. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Mémoires et documents de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 1er et 2e fascicule. Bordeaux, Féret et fils, 1874; in-8°.

Catalogue des mousses du Calvados; par T. Husnot. Cahan, T. Husnot; Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Cours de Chimie générale élémentaire; par M. F. Hétet; 2e fascicule, pages 369 à 688. Paris, E. Lacroix, 1875; in-12.

Chambre de Commerce de Bordeaux. Réponse au questionnaire de la Commission pour le développement du commerce extérieur. Bordeaux, typ. de veuve Cadoret, 1874; in-4°.

Note sur les géotrupides qui se rencontrent en Belgique; par A. PREUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1874; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de Belgique.*)

Recherches expérimentales des lois de la filtration; par Paul Havrez. Liége, Desoer, sans date; in-8°.

Memoria historica da Faculdade de Philosophia; por J.-A. SIMOES DE CARVALHO. Coimbra, imprensa da Universidade, 1872; in-8°.

Memoria historica da Faculdade de Mathematica nos cem annos decorridos, desde a reforma da Universidade em 1772 *até o presenti; pelo* conselheiro Fr. DE CASTRO-FREIRE. Coimbra, imprensa da Universidade, 1872; in-8°. (3 exemplaires.)

Memoria historica e commemorativa da Faculdade de Medicina nos cem annos decorridos desde a reforma da Universidade em 1772 *ate o presente; for* B.-A. SERRA DE MIRABEAU. Coimbra, imprensa da Universidade, 1873; in-8°. (3 exemplaires.)

Esboco historico-litterario da Faculdade de Theologia da Universidade de Coimbra en commemoraçào da centenario reforma e restauraçào da mesma Universidade effectuada pelos sabios estatudos de 1772, *elaborado pelo* D.-M.-E. DA MOTTA VEIGA. Coimbra, imprensa da Universidade, 1872; in-8°.

Additamento a Memoria historica da Faculdade de Philosophia. Coimbra, sans date; in-8°.

Discurso pronunciado pelo Reitor da Universidade de Coimbra, Julio-Maximo DE OLIVEIRA-PIMENTEL-VISCONDE DE VILLA MAIOR *em* 16 *de outubro de* 1872, *por occasiao da festa commemorativa da reforma da mesma Universidade em* 1772. Coimbra, imprensa da Universidade.

Antropologia. L'uomo e la Scimmia. Memoria de C.-G.-C. ZANGHI. Catania, tip. Calatola, 1871; in-4°.

Sul cane. Nota zoologica de monsignor G.-C. ZANGHY, letta ivi nella tornata del 15 marzo 1874 dal Segretario generale cav. A. CATARA-LETTIERI. Catania, tip. Roma, 1874; in-4°.

Un qui pro quo *in fatto di generazione spontanea.* Nota letta all' Accademia Gioenia nella seduta ordinaria di febbraio 1872, dal soc. attivo Mons. G. D[r] C. ZANGHI. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Atti della reale Accademia dei Lincei; t. XXVI, sessione III, IV, 1873. Roma, tip. delle Belle-Arti, 1874; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; anno XXVII, sessione VII^a del 5 luglio 1874. Roma, tip. delle Scienze matematihe e fisiche, 1874; in-4°.

Recherche des équations des couples de quadriques inscrites dans une quadrique donnée et tangentes à quatre quadriques inscrites aussi dans la même quadrique; par M. J. Casey. A Kingtown, sans lieu ni date ; br. in-8°.

On the equations of circles, etc.; by John Casey. Sans lieu ni date ; br. in-8°.

On bicircular quartics; by John Casey. Dublin, H. Gill, 1869; in-4°.

On cyclides and sphero-quartics; by John Casey. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Untersuchungen zur naturlehre des menschen und der thiere, herausgegeben von J. Moleschott ; XI Band, viertes Heft. Giessen, E. Roth, 1874; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 janvier 1875.)

Page 38, ligne 20, *au lieu de* $(\frac{3}{8} - \text{tang}^2 L \sin^2 L)$, *lisez* $\sin L (\frac{3}{8} - \text{tang}^2 L \sin^2 L - \frac{11}{8} \sin^2 L)$.